COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AVRIL 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la densité des gaz; par* M. V. REGNAULT.

« La méthode que l'on emploie ordinairement pour déterminer la densité des gaz consiste à peser un ballon en verre d'une grande capacité :

» 1°. Quand ce ballon renferme de l'air parfaitement sec, à une température connue t et sous la pression H de l'atmosphère;

» 2°. Après y avoir fait le vide avec la machine pneumatique et avoir amené l'air intérieur à n'exercer qu'une pression très-faible h, à une température t que je supposerai, pour plus de simplicité, égale à celle qui avait lieu lors de la première détermination;

» 3°. Après avoir rempli le ballon du gaz parfaitement pur sous la pression H' de l'atmosphère et à la température t';

» 4°. Enfin, après avoir fait de nouveau le vide dans le ballon, le gaz n'exerçant plus qu'une pression très-faible h', à la température t'.

» Soient P, p, P', p' les poids obtenus dans ces quatre pesées.

» Le poids de l'air qui remplit le ballon à la température t et sous la pression $H - h$ est $P - p$.

» Par suite, le poids de l'air qui remplirait le ballon à 0 degré et sous la

pression de 760 millimètres serait

$$(P - p)\,\frac{760}{H - h}\cdot\frac{1 + \alpha t}{1 + kt},$$

α étant le coefficient de dilatation de l'air et k celui du verre. Le poids du gaz est $P' - p'$, sous la pression $H' - h'$ et à la température t'. Le poids du même gaz qui remplit le ballon à 0 degré, et sous la pression de 760 millimètres, sera

$$(P' - p')\,\frac{760}{H' - h'}\cdot\frac{1 + \alpha t'}{1 + kt'},$$

en admettant que le coefficient de dilatation du gaz est le même que celui de l'air.

» La densité du gaz est représentée par le rapport de ces deux poids

$$\frac{P' - p'}{P - p}\cdot\frac{H - h}{H' - h'}\cdot\frac{1 + kt}{1 + kt'}\cdot\frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t}.$$

» Cette méthode exige la connaissance exacte de plusieurs éléments dont la détermination présente, en général, de grandes incertitudes.

» On a besoin de connaître très-exactement les températures t et t' que présentent l'air et le gaz au moment où l'on ferme le ballon. On se contente ordinairement d'observer un thermomètre placé dans le voisinage du ballon; ce moyen est très-défectueux : le thermomètre est influencé par des circonstances étrangères, et la température qu'il indique peut être notablement différente de celle des couches d'air dans lesquelles il se trouve plongé, et, à plus forte raison, de celle du gaz qui remplit le ballon.

» MM. Dumas et Boussingault, qui se sont occupés dans ces derniers temps (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome III, page 270), avec beaucoup de succès, de la détermination de la densité de quelques gaz, placent le thermomètre destiné à indiquer la température du gaz au centre même du ballon, et, pour plus de sûreté, ils rendent cette température très-peu variable en plaçant le ballon dans une enceinte ou cave artificielle formée par un grand vase cylindrique en zinc à double paroi. L'espace annulaire, que laissent entre elles les deux parois, est rempli d'eau à une température peu différente de celle de l'air ambiant. Avec cette disposition on peut admettre que la température du gaz est connue avec une exactitude suffisante.

» Mais les plus grandes incertitudes consistent dans les pesées du ballon;

car il faut peser ce ballon dans l'air, et, pour avoir son véritable poids, il faut ajouter à son poids apparent le poids de l'air qui se trouve déplacé par son enveloppe extérieure. Or, ce dernier poids est, dans certains cas, plus considérable que celui du gaz qui remplit le ballon, de sorte qu'il a besoin d'être connu au moins avec une précision égale. Nous sommes maîtres jusqu'à un certain point du gaz que nous faisons entrer dans le ballon, nous pouvons le préparer de manière à être sûrs de sa pureté; mais il n'en est pas de même de l'air atmosphérique extérieur, nous sommes obligés de le prendre tel qu'il est. Dans une chambre fermée, l'air peut changer de composition d'une manière très-sensible, sa température et la quantité d'humidité qu'il renferme varient incessamment. MM. Dumas et Boussingault ont pensé éviter complétement les erreurs qui proviennent de cette circonstance, en plaçant au-dessous de leur balance une large armoire doublée en plomb, dans laquelle flotte le ballon suspendu au crochet d'un des plateaux de la balance. Un thermomètre très-sensible est disposé dans cette armoire et donne la température de l'air. Cette disposition est certainement bien préférable à celle que l'on emploie ordinairement et qui consiste à laisser le ballon flotter librement dans l'air de la chambre : le ballon suspendu dans l'armoire est préservé des courants d'air qui rendent les pesées très-incertaines, et la température de l'air dans leqnel il se trouve baigné ne change que très-lentement; mais elle ne fait pas disparaître les causes d'erreur qui tiennent aux variations de composition de l'air, et celles-ci ne sont nullement négligeables, surtout quand on opère sur des gaz très-légers, par exemple sur l'hydrogène.

» A la même époque à laquelle MM. Dumas et Boussingault faisaient leurs pesées de gaz, je m'occupais, de mon côté, de la détermination des densités de la vapeur d'eau sous les différentes pressions, et notamment sous des pressions très-faibles. Ces expériences font partie d'un travail sur l'hygrométrie que je poursuis depuis plusieurs années, et dont j'aurai l'honneur prochainement de communiquer les principaux résultats à l'Académie. Je fus frappé des incertitudes que présentent les méthodes ordinaires de peser les gaz, principalement par rapport à la variation de la composition de l'air, qui me semblait avoir trop peu préoccupé les physiciens, et je fus conduit à une méthode qui présente un degré de certitude et de précision que n'offrent pas celles qui ont été employées jusqu'ici.

» J'évite complétement, et par un artifice très-simple, les incertitudes qui proviennent des changements dans l'air au milieu duquel on pèse le ballon. Au lieu d'équilibrer le ballon accroché sous l'un des plateaux, au moyen de

poids placés sur le second plateau, je l'équilibre au moyen d'un second ballon hermétiquement fermé et qui présente le même volume extérieur que le premier ballon. On accroche ce second ballon sous le second plateau de la balance, de façon à ce qu'il flotte dans la même couche d'air que le premier. Les deux ballons déplacent exactement le même volume d'air; toutes les variations qui surviennent dans l'air affectent exactement de la même manière les deux ballons, qu'elles proviennent de changements de température, ou de pressions barométriques, ou des variations dans la composition de l'air. On n'a plus à se préoccuper, au moment des pesées, des observations du thermomètre, du baromètre, de l'hygromètre; il suffit d'attendre que les deux ballons se soient mis en équilibre de température, et une fois que l'équilibre est établi, il persiste indéfiniment. On a, par conséquent, un caractère bien certain pour reconnaître le moment où l'on doit inscrire la pesée.

» Cette méthode présente encore un autre avantage : le verre est une substance très-hygrométrique, la quantité d'eau qu'il condense à sa surface varie avec l'état d'humidité de l'air; cette quantité doit, par conséquent, varier dans les différentes pesées et apporter une nouvelle cause d'erreur. Cette cause d'erreur est complétement évitée dans ma manière d'opérer : les deux ballons étant formés par le même verre, on peut admettre qu'ils condensent sensiblement des quantités égales d'humidité, quand ils sont plongés dans le même air; il suffira donc d'essuyer les ballons au même moment et de les abandonner pendant un temps suffisamment long suspendus aux crochets de la balance, pour qu'ils se mettent exactement en équilibre de température et d'humidité. On reconnaît, d'ailleurs, que ce moment est arrivé par la constance des indications de la balance.

» Les ballons ont une capacité de 10 litres environ. Le ballon qui doit renfermer le gaz porte une monture à robinet; cette monture est adaptée sur le col du ballon d'une manière particulière, qui permet de maintenir sans inconvénient le ballon et même le robinet dans la vapeur de l'eau bouillante. Cette monture se compose de deux pièces que l'on serre l'une contre l'autre au moyen de vis et qui comprennent entre elles une gorge. On enveloppe le col du ballon avec un bourrelet de chanvre fortement imprégné d'un mastic gras formé de parties égales de minium et de céruse, que l'on a broyés avec de l'huile de lin, de manière à en former une pâte dure. En serrant les deux parties de la monture au moyen des vis, on comprime le bourrelet dans la gorge, et l'excès de mastic sort entre les deux surfaces rapprochées. Pour que le mastic ne puisse pas pénétrer dans l'intérieur du bal-

lon, on a rodé exactement le plan supérieur de l'ouverture du col sur la surface intérieure du robinet.

» Ce mastic durcit très-promptement, surtout si l'on chauffe le ballon à plusieurs reprises dans la vapeur de l'eau bouillante; une partie de l'huile de lin est exprimée, le mastic devient dur comme la pierre, et ferme indéfiniment d'une manière parfaitement hermétique, non-seulement à froid, mais encore à des températures élevées, sans que des variations brusques de température occasionnent des fissures.

» Lorsque le ballon est monté, je détermine exactement le volume de l'air déplacé par sa surface extérieure. A cet effet, je le remplis complétement d'eau, et je le pèse plongé dans de l'eau ayant exactement la même température que celle qui remplit le ballon. Le poids apparent du ballon dans l'eau est assez peu considérable pour qu'il puisse être déterminé en attachant le ballon sous le plateau d'une balance de Fortin. Je retire le ballon de l'eau dans laquelle il se trouvait plongé, je l'essuie extérieurement, et je le pèse rempli d'eau sur une autre balance qui permet de déterminer son poids à un décigramme près. La différence entre ces deux pesées donne le poids de l'eau déplacée par la surface extérieure du ballon.

» Je choisis maintenant un second ballon fabriqué avec le même verre et ayant à très-peu près la même capacité; je détermine de la même manière le poids de l'eau que déplace son volume extérieur, en ayant soin de le peser dans de l'eau ayant exactement la même température que celle dans laquelle on a pesé le premier ballon. Je supposerai que le volume extérieur de ce second ballon soit un peu plus faible que celui du premier garni de sa monture; j'adapte sur le col de ce second ballon, avec du mastic ordinaire à la résine, une monture métallique composée d'un manchon en laiton, terminé par un crochet qui sert à attacher le ballon sous le plateau de la balance. Le poids de l'eau déplacée par cette monture, ajouté au poids que nous avons trouvé précédemment pour l'eau déplacée par le volume extérieur du ballon, sera, je suppose, encore plus faible de n grammes que le poids de l'eau déplacée par le premier ballon; il suffit alors d'accrocher au second ballon un petit tube de verre fermé par les deux bouts, et qui déplace précisément n centimètres cubes d'eau.

» Avant de fermer hermétiquement le second ballon avec sa monture, j'y introduis une certaine quantité de mercure qui est telle que, lorsque les deux ballons pleins d'air se trouvent accrochés sous la balance, il faut ajouter environ 10 grammes du côté du ballon à robinet pour faire l'équilibre.

» Les deux ballons que j'ai ainsi disposés ont été soumis à plusieurs

épreuves pour s'assurer qu'ils satisfaisaient aux conditions requises; ils sont restés suspendus pendant quinze jours sous les plateaux de la balance, et l'équilibre a rigoureusement persisté pendant tout ce temps, bien que la température de l'air ait changé dans cet intervalle de 0 degré à 17 degrés, et la pression barométrique de 741 millimètres à 771 millimètres.

» Voici maintenant la manière générale d'opérer. Le vide étant fait dans le ballon aussi complétement que possible, on le met en communication avec l'appareil qui produit le gaz dont on cherche à déterminer la densité, et l'on ouvre le robinet de telle façon que le gaz conserve dans l'appareil un léger excès de pression. Lorsque le ballon est rempli de gaz, on le met de nouveau en communication avec la machine pneumatique, on fait un vide très-parfait, puis on le remplit de nouveau de gaz. Afin d'éviter toute correction sur la température, correction qui exigerait la connaissance du coefficient de dilatation du gaz, on dispose le ballon dans un vase en zinc, dans lequel on l'enveloppe complétement de glace fondante. Avant de fermer le ballon, on le met en communication immédiate avec l'atmosphère, afin que le gaz se mette en équilibre avec la pression atmosphérique.

» Le ballon sorti de la glace est lavé avec de l'eau, puis essuyé; on le suspend au crochet de la balance. Il faut un temps assez long, souvent plus de deux heures, pour que le ballon prenne exactement la température de l'air ambiant, et pour que sa surface se couvre de la quantité normale d'humidité.

» Les pesées ont été faites avec une excellente balance construite par M. Deleuil, et appartenant à M. Paul Thenard; elle permet d'apprécier avec certitude un demi-milligramme lorsque la balance est chargée de 1 kilogramme sur chaque plateau. Cette balance est disposée sur une grande armoire construite sur le modèle de celle de MM. Dumas et Boussingault. Dans ma manière d'opérer, une balance ordinaire de Fortin servirait également bien, pourvu que l'on préservât les ballons des courants d'air au moyen de quelques feuilles de carton. A la fin de la pesée, l'observateur n'approche plus de la balance; il observe les oscillations du fléau de loin avec une lunette.

» MM. Dumas et Boussingault ont signalé, dans leur Mémoire, page 274, une circonstance qui peut souvent faire commettre des erreurs dans les pesées. En essuyant le ballon avec un linge sec, on l'électrise d'une manière très-marquée. J'ai été frappé du temps extrêmement long que l'électricité emploie pour se dissiper; ainsi le ballon, frotté avec un linge sec, pesait, dans les premiers moments, $\frac{3}{4}$ de gramme de plus que son poids véritable;

au bout d'une heure il présentait encore une surcharge de $0^{gr},15$; après cinq heures il était encore trop lourd de plus d'un centigramme. L'influence de cette électricité est surtout considérable lorsque les parois de l'armoire sont recouvertes de plomb et que le ballon est peu éloigné du plancher.

» L'électricité disparaît entièrement en frottant le ballon avec un linge mouillé. Dans toutes mes expériences j'avais soin d'essuyer les ballons avec une serviette légèrement mouillée avec de l'eau distillée, et, avant de les accrocher à la balance, je m'assurais, sur un électroscope à feuille d'or, qu'ils ne présentaient pas trace d'électricité.

» On laissait souvent les ballons accrochés à la balance jusqu'au lendemain matin, pour s'assurer que le poids restait rigoureusement constant.

» La pression barométrique, ainsi que la force élastique du gaz qui reste dans le ballon après qu'on y a fait le vide, étaient mesurées au moyen d'un appareil particulier que, pour simplifier la description, j'appellerai *manomètre barométrique*. Cet appareil peut être construit facilement, et à peu de frais, par chaque physicien, et il présente une exactitude bien plus grande que celle que l'on obtient avec les baromètres des plus grandes dimensions. Il consiste en deux tubes A et B attachés sur une planche, qui est fixée elle-même d'une manière invariable contre un mur vertical.

» Le tube A est un baromètre de 20 millimètres de diamètre intérieur. On a fait bouillir le mercure avec le plus grand soin dans le tube, puis on a retourné le tube dans une cuvette remplie de mercure sec. La cuvette est une caisse rectangulaire en fonte à deux compartiments; le plus petit de ces compartiments sert de cuvette au baromètre. Dans le second compartiment plonge le tube B qui a le même diamètre que le tube A, et qui peut, au moyen d'un tube en plomb, être mis en communication avec les appareils dans lesquels on doit mesurer des forces élastiques plus faibles que celles de l'atmosphère. Un robinet, placé sur ce compartiment, permet de faire baisser à volonté le niveau du mercure.

» Lorsque l'on veut déterminer la pression de l'atmosphère au moyen de cet appareil, on verse du mercure dans la cuvette, de manière à faire passer le niveau au-dessus de la cloison, puis on descend une vis à deux pointes noircies, jusqu'à ce que la pointe inférieure affleure exactement à la surface du mercure. On mesure, avec le cathétomètre, la différence de hauteur entre le niveau du mercure dans le baromètre et la pointe supérieure de la vis, et l'on ajoute à cette mesure la hauteur de la vis entre ses deux pointes.

» Après la pesée du ballon plein de gaz, on y fait le vide. Pour cela, on

enveloppe de nouveau le ballon de glace, et on le met en communication au moyen d'un tube à trois branches, d'un côté avec la machine pneumatique, et de l'autre avec le tube du manomètre barométrique. On fait le vide, puis on sépare la machine pneumatique. Au bout de quelque temps on mesure, avec le cathétomètre, la différence de niveau des deux colonnes de mercure dans les tubes A et B. La force élastique du gaz est mesurée par cette différence de hauteur.

» La cloison qui divise la cuvette en deux compartiments est nécessaire à la conservation du baromètre; j'ai reconnu, en effet, que lorsque l'on fait osciller fréquemment, et dans de grandes amplitudes, la colonne barométrique, il ne tarde pas à s'introduire de très-petites quantités d'air dans le vide supérieur, et l'instrument se trouve vicié d'une manière sensible au bout de quelque temps. La présence de la cloison permet de séparer les deux compartiments au moment où l'on fait le vide, et au moment où on laisse rentrer l'air.

» Le ballon vide est pesé avec les précautions que j'ai indiquées. La différence $P - p$ entre les poids obtenus dans les deux pesées représente le poids du gaz qui remplit à 0 degré le ballon, sous une pression égale à la pression barométrique H observée au moment où l'on a fermé le robinet, diminuée de la force élastique h du gaz qui est resté dans le ballon après qu'on y a fait le vide. Le poids du gaz à 0 degré, et sous la pression normale de 760 millimètres, est donc

$$(P - p)\,\frac{760}{H - h}.$$

» Pour obtenir une nouvelle pesée du même gaz, on met le ballon vide et enveloppé de glace fondante en communication avec l'appareil qui produit le gaz, et l'on recommence la série d'opérations qui a été indiquée. Le gaz devient ainsi plus pur à chaque opération. J'ai reconnu que ce n'est qu'à partir du quatrième remplissage que le gaz présente rigoureusement le même poids. On commençait ordinairement les pesées après le troisième remplissage.

» Il est convenable de s'assurer si le gaz sur lequel on opère suit la loi de Mariotte dans les pressions plus faibles que celles de l'atmosphère : cette vérification est tout à fait nécessaire si l'on veut faire servir la densité du gaz à la détermination des poids atomiques. Car la loi des volumes des gaz et les rapports simples qui existent entre leurs densités et les poids atomiques n'existent en toute rigueur qu'*à la limite*, c'est-à-dire pour l'état d'extrême dilatation; il faut, par conséquent, s'assurer si l'anomalie dans ces lois ne commence pas déjà à se faire sentir vers la pression de l'atmosphère.

» On obtient cette vérification de la manière suivante : après la pesée du ballon rempli de gaz à 0 degré et sous la pression de l'atmosphère, on place le ballon dans la glace, et on le met en communication avec la machine pneumatique et avec le tube B du manomètre barométrique ; on fait un vide partiel, puis on sépare la machine. Au bout d'une heure on mesure la différence de niveau des deux colonnes qui donne la force élastique du gaz resté dans l'appareil. On ferme le robinet et on pèse le ballon.

» On détermine ainsi successivement, et avec une très-grande exactitude, le poids du gaz qui remplit le ballon sous des pressions de plus en plus faibles, et à la même température de 0 degré ; on peut, par conséquent, s'assurer si les nombres obtenus dans ces pesées satisfont à la loi de Mariotte. Ce procédé est beaucoup plus exact que celui qui est fondé sur la mesure des volumes ; il permet d'opérer sur le gaz maintenu rigoureusement à la même température.

» On trouvera plus loin des exemples de cette vérification sur l'air et sur le gaz acide carbonique.

» Enfin, au moyen du ballon disposé comme je l'ai indiqué plus haut, on peut déterminer le poids du gaz qui remplit le ballon à la température de 100 degrés sous la pression de l'atmosphère, et par suite déterminer la densité d'un gaz par rapport à l'air pour la température de 100 degrés. Il faudra que cette nouvelle densité soit exactement la même que celle qui a été déduite de la pesée des gaz à 0 degré pour que la densité du gaz puisse servir dans le calcul des poids atomiques ; car il est nécessaire pour cela que le gaz présente la même dilatation que l'air. Dans tous les cas, le poids du gaz qui remplit le ballon à 100 degrés, rapproché de celui qui le remplit à 0 degré, permet de calculer le coefficient de dilatation du gaz.

» Soient P le poids du gaz qui remplit le ballon à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres ;

» p la perte de poids qu'a subie ce ballon par l'exposition à la température T, sous la pression H'_0. Le poids du gaz qui remplirait le ballon à 0 degré, et sous la pression H'_0, serait

$$P\frac{H'_0}{760};$$

par suite, le poids du gaz qui remplit le ballon à T degrés, et sous la pression H'_0, est

$$\left(P_0\frac{H'_0}{760}-p\right).$$

Le poids du gaz qui remplirait, dans les mêmes circonstances de température et de pression, le ballon ayant la même capacité que celle qu'il présente à o degré, sera

$$\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right) \left(\frac{1}{1 + kT}\right),$$

et sous la pression de 760 millimètres

$$\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right) \left(\frac{1}{1 + kT}\right) \frac{760}{H'_0}.$$

Le rapport des densités du même gaz à o et à T degrés est

$$\frac{\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right)}{P_0} \frac{1}{1 + kT} \frac{760}{H'_0};$$

mais ce rapport est aussi égal à

$$\frac{1}{1 + \alpha' T},$$

α' étant le coefficient de dilatation du gaz; on a donc

$$\frac{1}{1 + \alpha' T} = \frac{\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right)}{P_0} \frac{1}{1 + kT} \frac{760}{H'_0};$$

d'où l'on déduira α'.

» Pour exposer le ballon à la température de l'eau bouillante, je le suspends au milieu d'un grand vase en tôle galvanisée, de $0^m,80$ de haut et de $0^m,45$ de diamètre; le robinet se trouve immédiatement au-dessus du couvercle. Dans d'autres expériences, le robinet lui-même se trouvait plongé dans la vapeur, et on le manœuvrait au moyen d'une clef qui traversait une tubulure adaptée sur la paroi du vase. La chaudière renferme une couche d'eau de 2 décimètres d'épaisseur.

» Enfin, on peut s'assurer si le gaz suit la loi de Mariotte lorsqu'il est chauffé à la température de 100 degrés : il suffit pour cela de répéter, le ballon étant plongé dans la vapeur de l'eau bouillante, les expériences qui ont été faites plus haut sur le ballon enveloppé de glace fondante.

» En résumé, le procédé que je viens de décrire permet d'obtenir les densités des gaz avec plus de précision et avec beaucoup moins de peine que ceux qui ont été employés jusqu'ici. Il donne ces densités à des températures

identiques à 0 degré et à 100 degrés, c'est-à-dire aux deux points fixes du thermomètre; par suite, il donne immédiatement le coefficient de dilatation du gaz. Enfin, il permet de reconnaître avec une grande exactitude si le gaz suit la loi de Mariotte à la température de la glace fondante ou à celle de l'ébullition de l'eau.

» Je vais donner maintenant les résultats des expériences que j'ai faites par cette méthode, et j'aurai soin d'inscrire toutes les déterminations qui ont été faites, *sans en excepter une seule*, afin qu'on puisse juger du degré de précision que l'on peut obtenir dans cette manière d'opérer.

EXPÉRIENCES SUR L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

Détermination du poids de l'air sec qui remplit le ballon à 0 *degré, et sous la pression de* 760 *millimètres.*

» L'air était puisé au dehors dans une grande cour; il traversait un premier tube en U, rempli de fragments de verre mouillés avec une dissolution de potasse caustique, puis un second tube rempli de potasse caustique en morceaux; enfin un troisième tube rempli de ponce imbibée d'acide sulfurique concentré. Lorsque le ballon s'était rempli d'air par aspiration, on établissait un excès de pression en faisant entrer de l'air au moyen d'un soufflet dont on attachait la buse au tube qui puisait l'air au dehors, et, pour établir ensuite l'équilibre de pression avec l'atmosphère, on enlevait une éprouvette pleine de mercure dans laquelle plongeait un long tube communiquant immédiatement avec le ballon. Cette dernière précaution est indispensable, car l'air renfermé dans le ballon se trouve souvent sous une pression plus faible que celle de l'atmosphère, à cause de la résistance qu'éprouve le gaz à traverser les petits vides des tubes en U.

I. Ballon plein d'air dans la glace. Hauteur du baromètre réduite à 0 degré, au moment de la fermeture du robinet... $H_0 = 761^{mm},19$

Poids ajouté au ballon..... $p = 1^{gr},487$

Ballon vide dans la glace. Force élastique de l'air resté dans le ballon au moment de la fermeture du robinet..... $h_0 = 8^{mm},43$

Poids ajouté au ballon..... $P = 14^{gr},141$

Poids de l'air enlevé par la machine... $12^{gr},654$ exerçant une pression de $752^{mm},76$.

On déduit de là pour le poids de l'air qui remplit le ballon à 0 degré et sous la pression de $0^{m},760 = 12^{gr},7744$.

II. Ballon plein... $H_0 = 754^{mm},66$

$p = 1^{gr},583$

Ballon vide.... $h_0 = 7^{mm},00$

$P = 14^{gr},1555$

$P - p = 12^{gr},5727$ sous la pression $H_0 - h_0 = 747^{mm},66$, d'où le poids de l'air à o degré sous $0^m,760 = 12^{gr},7800$.

III. Ballon plein... $H_0 = 758^{mm},61$
$p = 1^{gr},516$
Ballon vide.... $h_0 = 4^{mm},62$
$P = 14^{gr},196$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7809$.

IV. Ballon plein... $H_0 = 746^{mm},10$
$p = 1^{gr},718$
Ballon vide.... $h_0 = 2^{mm},93$
$P = 14^{gr},2115$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7764$.

V. Ballon plein... $H_0 = 747^{mm},23$
$p = 1^{gr},7005$
Ballon vide.... $h_0 = 1^{mm},97$
$P = 14^{gr},232$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7795$.

VI. Ballon plein... $H_0 = 747^{mm},21$
$p = 1^{gr},699$
Ballon vide.... $h_0 = 7^{mm},56$
$P = 14^{gr},1345$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7775$.

VII. Ballon plein... $H_0 = 753^{mm},76$
$p = 1^{gr},4375$
Ballon vide.... $h_0 = 5^{mm},97$
$P = 14^{gr},013$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7808$.

VIII. Ballon plein... $H_0 = 774^{mm},46$
$p = 1^{gr},0663$
Ballon vide.... $h_0 = 5^{mm},58$
$P = 13^{gr},9915$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7759$.

IX. Ballon plein... $H_0 = 774^{mm},41$
$p = 1^{gr},064$
Ballon vide.... $h_0 = 5^{mm},58$
$P = 13^{gr},9915$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7774$.

» On a donc pour le poids de l'air qui remplit le ballon à o degré, sous la

pression de 760 millimètres,

	gr
I..........	12,7744
II.........	12,7800
III.........	12,7809
IV.........	12,7764
V..........	12,7795
VI.........	12,7775
VII........	12,7808
VIII........	12,7759
IX.........	12,7790
Moyenne.....	12,7781

» La plus grande différence que l'on observe dans ces poids s'élève à $0^{gr},0065 = \frac{1}{2000}$ environ. Cette différence provient probablement plus des variations de la composition de l'air que des erreurs d'observation.

» On est convenu de rapporter les densités des gaz à celle de l'air atmosphérique. Cette convention est fâcheuse; car elle suppose que la composition de l'air est absolument invariable. Il serait à désirer qu'à l'avenir on déterminât expérimentalement les densités des gaz, en prenant pour terme de comparaison un des gaz simples faciles à préparer à l'état de pureté, par exemple l'oxygène. Ce choix serait d'autant plus convenable, que ce corps a déjà été choisi pour point de départ dans le calcul des équivalents chimiques.

Vérification de la loi de Mariotte pour l'air atmosphérique.

» Dans l'expérience n° IV, on a pesé le ballon après y avoir fait un vide partiel pendant qu'il était plongé dans la glace. On a eu ainsi :

Force élastique de l'air resté dans le ballon. . . . . $F_0 = 306^{mm},03$
Poids ajouté au ballon. . . . . $P' = 9^{gr},122$

» On déduit de là et des données de l'expérience n° IV :

Poids de l'air remplissant le ballon à 0 degré et sous la pression $303^{mm},10$. . . $5^{gr},0895$
Le calcul, fondé sur la loi de Mariotte, donne pour ce même poids, en admettant, d'après l'expérience n° IV, que l'air sous $0^{m},760$ pèse $12^{gr},7764$. . . . . . $5^{gr},0954$
Différence entre le nombre calculé et le nombre trouvé. . . . . $0^{gr},0059$

» Dans l'expérience n° V, on a trouvé :

Poids de l'air à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres $= 12^{gr},7795$
Ballon dans la glace..... $F_0 = 314^{mm},32$
$P' = 8^{gr},981$

On déduit de là et des données de l'expérience n° V :

Poids de l'air remplissant le ballon à o degré et sous la pression de $312^{mm},35$. .	$5^{gr},251$
Le calcul, par la loi de Mariotte, donne.	$5^{gr},2522$
Différence.	$0^{gr},0012$

» Dans l'expérience n° IX, le poids de l'air à o degré, et sous la pression de 760 millimètres, a été trouvé de $12^{gr},7790$; on a eu ensuite

$$F_0 = 363^{mm},80,$$
$$P' = 7^{gr},969.$$

Ces données, combinées avec celles de l'expérience n° IX, fournissent pour le poids de l'air qui remplit le ballon à o degré et sous la pression de $358^{mm},22$.	$6^{gr},0225$
Le calcul, d'après la loi de Mariotte, donne.	$6^{gr},0233$
Différence.	$0^{gr},0008$

» Le calcul a donné constamment un poids un peu plus fort que l'expérience, mais les différences sont trop petites pour que l'on ne puisse pas les attribuer aux erreurs d'observation.

Détermination du coefficient de dilatation de l'air.

» Dans l'expérience n° I, nous avons eu, pour le poids de l'air qui remplit le ballon à o degré et sous la pression de 760 millimètres, $12^{gr},7744$.

» Le ballon étant exposé dans la vapeur de l'eau bouillante sous la pression

$$H'_0 = 760^{mm},47,$$

il en est sorti un poids d'air

$$p = 3^{gr},421.$$

On déduit de là

$$T = 100^{\circ},02,$$

$$\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right) = 9^{gr},3734,$$

$$P_0 H'_0 (1 + kT) = 12^{gr},774 . 760,47 (1 + 0,0000233 . 100^{\circ},02);$$

d'où

$$\alpha = 0,003667.$$

» Dans l'expérience n° II, on a eu

Poids de l'air qui remplit le ballon à o degré, et sous la pression de 760 millim. $= 12^{gr},7800$.
A la température de $99^{\circ},80$ et sous la pression de $754^{mm},66$, il est sorti un poids d'air

$$p = 3^{gr},366.$$

On déduit de là

$$\alpha = 0,003663.$$

Densité du gaz azote.

» Le gaz azote était préparé en faisant passer l'air à travers un tube en cuivre rempli de cuivre métallique et chauffé au rouge; à la suite de ce tube, le gaz traversait un tube en U rempli de fragments de verre mouillés par une dissolution concentrée de potasse caustique, puis un second tube rempli de ponce sulfurique.

I.

Ballon plein ...... $H_0 = 758^{mm},55$
$p = 1^{gr},8725$
Ballon vide........ $h_0 = 2^{mm},18$
$P = 14^{gr},227$

Poids du gaz à 0 degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4137$.

II.

Ballon plein....... $H_0 = 758^{mm},55$
$p = 1^{gr},8725$
Ballon vide........ $h_0 = 7^{mm},81$
$P = 14^{gr},135$

Poids du gaz à 0 degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4137$.

III.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},82$
$p = 1^{gr},802$
Ballon vide........ $h_0 = 7^{mm},81$
$P = 14^{gr},135$

Poids du gaz à 0 degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4145$.

IV.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},84$
$p = 1^{gr},802$
Ballon vide........ $h_0 = 5^{mm},06$
$P = 14^{gr},1805$

Poids du gaz à 0 degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4147$.

V.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},42$
$p = 1^{gr},815$
Ballon vide........ $h_0 = 5^{mm},06$
$P = 14^{gr},1805$

Poids du gaz à 0 degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4086$.

VI.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},42$
$p = 1^{gr},815$
Ballon vide........ $h_0 = 6^{mm},00$
$P = 14^{gr},165$

Poids du gaz à 0 degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4085$.

» Ainsi, nous trouvons pour le poids du gaz azote qui remplit le ballon à 0 degré, et sous la pression de 760 millimètres,

	gr	Densités.
I..........	12,4137	0,97148
II.........	12,4137	0,97148
III.........	12,4145	0,97154
IV.........	12,4147	0,97155
V.........	12,4086	0,97108
VI.........	12,4085	0,97108
	Moyenne.......	0,97137

» La plus grande différence entre ces nombres s'élève à $\frac{1}{2000}$.

» MM. Dumas et Boussingault ont trouvé dans trois expériences, pour la densité du gaz azote,

	0,970
	0,972
	0,974
Moyenne...	0,972

Densité de l'hydrogène.

» Le gaz hydrogène était préparé par le zinc et l'acide chlorhydrique. On versait cet acide bouillant, afin d'éviter de faire entrer de l'air dans l'appareil. Le gaz traversait un premier tube en U renfermant des couches alternatives de verre en fragments et de potasse caustique fortement humectée, puis un second tube rempli de fragments de verre sur lesquels on avait versé une dissolution saturée à chaud de bichlorure de mercure, qui s'étaient recouverts par conséquent de cristaux, et de la dissolution de ce sel. Le gaz traversait ensuite un troisième tube rempli de fragments de potasse caustique; enfin, un quatrième renfermant de la ponce sulfurique. L'appareil était disposé de façon à ce que l'on pût y faire le vide, ce qui facilite beaucoup la purification du gaz.

I. Ballon plein......... $H_0 = 756^{mm},16$

$p = 13^{gr},301$

Ballon vide......... $h_0 = 3^{mm},40$

$P = 14^{gr},1785$

d'où Poids du gaz à 0 degré et sous 760 millimètres $= 0^{gr},88591$.

II. Ballon plein......... $H_0 = 748^{mm},79$

$p = 13^{gr},308$

Ballon vide.......... $h_0 = 1^{mm},38$

$P = 14^{gr},178$

Poids du gaz à 0 degré et sous 760 millimètres $= 0^{gr},88465$.

III. Ballon plein......... $H_0 = 755^{mm},50$

$p = 13^{gr},301$

Ballon vide.......... $h_0 = 1^{mm},38$

$P = 14^{gr},179$

Poids du gaz à o degré et sous 760 millimètres $= 0^{gr},88484$.

	gr.	Densités.
I.........	0,88591	0,06932
II.........	0,88465	0,06923
III........	0,88484	0,06924
	Moyenne.....	0,06926

» La densité du gaz hydrogène déduite de la composition de l'eau, telle qu'elle résulte des analyses de M. Dumas, et en admettant la densité du gaz oxygène = 1,10563, telle que nous la trouverons plus loin, est 0,06910, qui diffère très-peu de celle que nous avons trouvée par nos pesées.

» MM. Dumas et Boussingault annoncent (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. VIII, page 201), qu'ils ont fait plusieurs déterminations de la densité du gaz hydrogène qui ont donné des nombres compris entre 0,0691 et 0,0695.

Densité de l'oxygène.

» L'oxygène était préparé en chauffant le chlorate de potasse. Le gaz traversait un premier tube en U renfermant des fragments de verre mouillés par une dissolution de potasse caustique, puis un second tube renfermant de la potasse caustique en morceaux; enfin, un troisième tube contenant de la ponce sulfurique.

I. Ballon plein....... $H_0 = 746^{mm},21$

$p = 0^{gr},317$

Ballon vide........ $h_0 = 3^{mm},69$

$P = 14^{gr},115$

Poids du gaz à o degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1230$.

II. Ballon plein....... $H_0 = 748^{mm},49$

$p = 0^{gr},270$

Ballon vide........ $h_0 = 3^{mm},69$

$P = 14^{gr},115$

Poids du gaz à o degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1276$.

III. Ballon plein....... $H_0 = 750^{mm},22$

$p = 0^{gr},172$

Ballon vide........ $h_0 = 4^{mm},59$

$P = 14^{gr},033$

Poids du gaz à o degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1281$.

IV. Ballon plein....... $H_0 = 748^{mm},49$
$p = 0^{gr},204$
Ballon vide........ $h_0 = 4^{mm},59$
$P_0 = 14^{gr},033$

Poids du gaz à o degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1283$.

	gr.	Densités.
I.........	14,1230	1,10525
II........	14,1276	1,10561
III.......	14,1281	1,10564
IV.......	14,1283	1,10565
Moyenne des trois dernières.		1,10563

» La première densité a été rejetée dans la détermination de la moyenne; elle résulte d'une pesée faite après un troisième remplissage, et comme le ballon renfermait auparavant du gaz hydrogène, il restait une très-petite quantité de ce dernier gaz qui a dû rendre le poids trop léger. J'ai cru néanmoins convenable de rapporter cette détermination, afin de n'omettre aucune de celles qui ont été faites.

» MM. Dumas et Boussingault indiquent dans leur Mémoire, page 275, que les nombreuses déterminations qu'ils ont faites de la densité du gaz oxygène se sont trouvées comprises entre 1,105 et 1,107. Les trois déterminations qu'ils regardent comme les plus exactes sont

	1,1055
	1,1058
	1,1057
Moyenne...	1,1057

Expériences sur le gaz acide carbonique.

» Le gaz acide carbonique était préparé en décomposant le marbre blanc par l'acide chlorhydrique, le gaz traversait un flacon laveur renfermant une dissolution de bicarbonate de soude, puis un long tube renfermant de la ponce sulfurique. L'acide chlorhydrique était versé bouillant.

I. Ballon plein....... $H_0 = 763^{mm},04$
$p = 0^{gr},6335$
Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},57$
$P = 20^{gr},211$

Poids à o degré et sous la pression $760^{mm} = 19^{gr},5397$.

II. Ballon plein....... $H_0 = 759^{mm},13$

$p = 0^{gr},736$

Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},57$

$P = 20^{gr},211$

Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5377$.

III. Ballon plein....... $H_0 = 756^{mm},72$

$p = 0^{gr},796$

Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},57$

$P = 20^{gr},211$

Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5397$.

IV. Ballon plein....... $H_0 = 756^{mm},34$

$p = 0^{gr},808$

Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},71$

$P = 20^{gr},2085$

Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5385$.

V. Ballon plein....... $H_0 = 753^{mm},39$

$p = 0^{gr},8835$

Ballon vide....... $h_0 = 1^{mm},71$

$P = 20^{gr},2085$

Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5396$.

» On a donc pour le poids du gaz acide carbonique à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres,

	gr.	Densités.
I........	19,5397	1,52915
II........	19,5377	1,52900
III.......	19,5397	1,52915
IV.......	19,5385	1,52906
V........	19,5396	1,52915
	Moyenne...	1,52910

Coefficient de dilatation du gaz acide carbonique.

» Dans l'expérience n° II, nous avons trouvé pour le poids du gaz carbonique qui remplit le ballon à 0 degré sous 760 millimètres $= 19^{gr},5377$.

» Le ballon ayant été chauffé dans la vapeur de l'eau bouillante, à la température de $99°,94$, sous la pression de $758^{mm},53$, il est sorti un poids de gaz

$$P' = 6^{gr},0045.$$

Ces données, combinées avec celles de l'expérience n° II, donnent, pour le

130..

coefficient de dilatation du gaz acide carbonique,

$$0,003719.$$

» Dans l'expérience n° IV, le poids du gaz remplissant le ballon à 0 degré, et sous la pression de 760 millimètres, est $19^{gr},5385$. Le ballon ayant été chauffé à $99°,85$, sous la pression de $755^{mm},68$, il en est sorti un poids de gaz $= 6^{gr},055$. En combinant ces éléments avec ceux de l'expérience n° IV, on trouve

$$\alpha' = 0,003719.$$

» J'ai trouvé, dans un précédent Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome V, page 68), au moyen de la méthode dans laquelle le gaz conserve la même force élastique à 0 et à 100 degrés comme dans les expériences actuelles :

$$\alpha' = 0,0037099.$$

Expériences pour déterminer si l'acide carbonique, à la température de 0 degré, suit la loi de Mariotte dans les pressions plus faibles que celles de l'atmosphère.

» Dans l'expérience n° V, le poids du gaz acide carbonique à 0 degré, et sous 760 millimètres, est $19^{gr},5396$.

» On a fait un vide partiel, et l'on a eu :

Ballon dans la glace.	$F_0 = 375^{mm},84$
	$P' = 10^{gr},624$

Le gaz à 0 degré, sous la pression $374^{mm},13$, pèse. . .	$9^{gr},5845$
D'après la loi de Mariotte, il devrait peser.	$9^{gr},6628$

» On a fait un vide plus avancé dans le ballon, et l'on a eu :

Ballon dans la glace. . . .	$F'_0 = 225^{mm},88$
	$P' = 14^{gr},474$

Le poids du gaz à 0 degré, et avec une force élastique égale à $224^{mm},17$, est.	$5^{gr},7345$
D'après la loi de Mariotte, on aurait.	$5^{gr},7634$

» On voit par là que, même dans les pressions plus faibles que l'atmosphère, l'acide carbonique s'écarte de la loi de Mariotte d'une manière très-marquée.

Expériences pour déterminer si le gaz acide carbonique, à la température de 100 degrés, suit la loi de Mariotte dans les pressions plus faibles que celles de l'atmosphère.

Ballon rempli de gaz acide carbonique dans l'eau bouillante.	$H_0 = 760^{mm},34$	$T = 100^o,01$.
	$P' = 5^{gr},901$	
Ballon dans l'eau bouillante avec une force élastique. . .	$F'_0 = 343^{mm},08$	
	$P = 13^{gr},7405$	
	$H'_0 = 757^{mm},98$	$T = 99^o,92$
Ballon vide dans l'eau bouillante.	$H = 756^{gr},51$	
	$h = 4^{mm},69$	
	$P = 20^{gr},091$	

» On déduit de là : Poids du gaz acide carbonique remplissant le ballon à $100^o,01$, sous une pression de $755^{mm},65 = 14^{gr},190$; ou à 100 degrés sous $0^m,760 = 14^{gr},2717$.

» Le poids de l'acide carbonique remplissant le ballon à $99^o,92$, sous la pression de $338^{mm},39$, a été trouvé de $6^{gr},3505$; à la température de $100^o,01$, ce même volume gazeux pèserait $6^{gr},3549$.

» Le poids calculé d'après la loi de Mariotte, en admettant $14^{gr},2717$ sous la pression de 760 millimètres, est $6^{gr},3545$, qui est identique avec celui que l'expérience directe nous a donné.

» Nous conclurons de là que le gaz acide carbonique suit la loi de Mariotte quand il est chauffé à 100 degrés, sous des pressions plus faibles que celles de l'atmosphère.

» On peut calculer, au moyen des données précédentes, les densités que présente le gaz acide carbonique par rapport à l'air, quand les deux gaz sont dans les mêmes circonstances de température et de pression.

» La densité du gaz acide carbonique à 0 degré est :

Sous la pression de. . . .	$760^{mm},00$	1,52910
	$374^{mm},13$	1,52366
	$224^{mm},17$	1,52145

et pour la densité du même gaz à 100 degrés,

Sous la pression de.	$760^{mm},00$	1,52418
Sous la pression de.	$338^{mm},39$	1,52410

» La densité du gaz acide carbonique, en admettant, pour le poids atomique du carbone, le nombre 75,00, est 1,52024.

» La densité que nous avons trouvée à la température de 0 degré, sous la pression de 760 millimètres, conduit à un poids atomique du carbone

= 76,60, qui s'approche beaucoup du nombre 76,44 que les chimistes ont admis pendant longtemps d'après M. Berzelius.

» On voit, par cet exemple, combien il faut de circonspection pour déduire un poids atomique de la densité d'un gaz. »

M. **Dumas** présente quelques observations sur le Mémoire de M. *Regnault*. Ces observations seront publiées dans le *Compte rendu* de la prochaine séance.

ASTRONOMIE. — *Note sur l'application des nouvelles formules à l'astronomie; par* M. **Augustin Cauchy**.

« J'ai lu, dans la dernière séance, un Mémoire sur la détermination approximative des fonctions représentées par des intégrales. A la suite de cette lecture, notre honorable confrère, M. Liouville, a présenté à l'Académie quelques observations. J'ai souscrit le premier à celle qui avait pour objet la mention du sujet de prix mis au concours en 1840. Quant au Mémoire lui-même, et aux calculs qu'il renferme, je les avais crus d'abord, je l'avoue, attaqués par M. Liouville. Notre confrère a déclaré qu'il n'en était rien, et qu'il ne voulait point critiquer une méthode qu'il ne connaissait pas. J'ai été heureux d'entendre sa déclaration. Elle aurait dû être, je crois, plus que suffisante pour modérer l'ardeur belliqueuse d'un écrivain qui assistait, comme étranger, à cette discussion, et pour lui enlever tout prétexte de publier à cette occasion, contre l'Académie et contre ses membres, un long réquisitoire, tout en déclarant que la question était du nombre de celles qui n'ont pas un rapport direct avec les objets de ses études. C'en serait bientôt fait de la science, si les savants et l'Académie devaient prendre, pour unique règle de leur conduite, les prescriptions de quelques auteurs chargés, dans certaines feuilles, de la rédaction des articles académiques; s'il fallait renoncer, quand ils l'exigent, non-seulement à la carrière de l'enseignement, et aux dignités scientifiques, mais encore à la culture même des sciences, et à la publication des découvertes qu'on aurait pu faire. Les savants seraient bien à plaindre, si après s'être exténués de veilles et de fatigues, pour contribuer au perfectionnement de l'analyse et de la géométrie, ils n'avaient, pour exciter et ranimer leur zèle, d'autre motif que les singuliers encouragements qui leur sont donnés, de temps à autre, par les feuilles dont je parle. Les mêmes écrivains, qui ne pardonneraient pas à un académicien d'oublier la date d'un Rapport ou d'un programme, ont parfois, il faut l'avouer, des distractions bien étranges. Que, durant plusieurs séances consécutives, un membre de l'Acadé-

mie expose une théorie nouvelle, qu'il en démontre les avantages, que cette théorie n'ait pas seulement pour objet le perfectionnement du calcul intégral, qu'elle passe de la spéculation à la pratique, qu'elle se traduise en résultats positifs, en nombres et en chiffres, qu'elle offre un moyen prompt et facile de construire les Tables astronomiques, et réduise à quelques heures des calculs qui exigeaient des astronomes plusieurs mois ou plusieurs années de travail : ils se garderont bien d'en parler. Mais qu'un débat s'élève dans le sein de l'Académie, que, sur une question difficile, deux académiciens semblent ne pas être entièrement d'accord entre eux : des auditeurs s'empresseront de faire part au public d'une discussion qu'ils déclarent eux-mêmes n'avoir pas comprise, et s'exposeront ainsi à prêter aux paroles prononcées un sens contraire à celui qu'elles avaient en réalité. On dirait quelquefois qu'ils ne sont admis à nos séances que pour y entendre ce qu'on ne dit pas, et ne pas entendre ce qu'on y dit. Mais je m'arrête. J'aime à croire que l'auteur de l'article dont il s'agit, en relisant son œuvre, reconnaîtra lui-même qu'il est tombé, sur plusieurs points, dans des erreurs graves, et s'empressera de les rectifier. D'ailleurs, les moments de l'Académie sont trop précieux pour que je veuille plus longtemps m'occuper de cet incident. S'il n'eût intéressé que moi, j'aurais pu garder le silence. La bienveillance toute spéciale avec laquelle mes derniers Mémoires, et les méthodes nouvelles qu'ils renferment, ont été généralement accueillis par les géomètres, m'autorise dans la conviction où je suis que les avantages de ces méthodes seront reconnus par ceux-là mêmes qui, n'ayant point assisté à plusieurs de nos précédentes séances, n'ont pu suivre les développements que j'ai donnés; et l'assentiment de mes honorables confrères du Bureau des Longitudes, exprimé à moi-même en termes qui m'ont vivement touché, me dédommage amplement d'attaques qui sembleraient inspirées par les préventions les plus singulières et les moins faciles à comprendre, qui sembleraient avoir pour but de troubler la bonne harmonie qui règne au sein de cette Académie, en mettant, s'il était possible, les divers membres en contradiction les uns avec les autres. Mais, en laissant de côté cet article, je ne puis passer sous silence au moins une des questions soulevées dans le débat, une question qui intéresse trop directement le progrès des sciences, pour qu'il ne soit pas convenable d'en dire ici quelques mots.

» L'Académie est instituée, sans aucun doute, pour favoriser le progrès des sciences physiques et mathématiques, pour contribuer elle-même à ce progrès. C'est dans ce dessein qu'elle propose, chaque année, des sujets de prix. Quelquefois les questions mises au concours se trouvent circonscrites dans d'étroites limites. C'est ce qui est arrivé, par exemple, lorsque l'Aca-

démie a donné pour sujet de recherches aux géomètres le seul des théorèmes de Fermat qui soit encore à démontrer. Je doute que, dans ce cas-là même, l'Académie prétende interdire absolument aux savants de tous les pays, aux académiciens français ou étrangers, la faculté de résoudre la question, s'ils le peuvent, et de publier leur solution. J'admettrai néanmoins très-volontiers qu'il peut y avoir convenance à ce que la solution d'un problème ainsi limité ne soit pas rendue publique avant l'époque où le concours expire. Mais souvent aussi l'Académie adopte un programme énoncé en termes très-vagues et très-généraux. Ce programme dit, par exemple: Le prix sera donné au meilleur ouvrage publié sur l'analyse mathématique; ou bien encore, le programme est relatif aux applications de l'analyse à l'astronomie, et il propose aux géomètres *de perfectionner en quelque point essentiel la théorie des perturbations planétaires*. Or est-il permis de s'imaginer qu'en adoptant un tel programme l'Académie ait voulu arrêter le développement de la science, éteindre les lumières, suspendre les travaux du Bureau des Longitudes et de toutes les Sociétés savantes de l'Europe, enfin porter un arrêt de mort contre l'astronomie, condamnée à ne profiter d'aucune découverte, et à suivre, dans la pratique, de vieilles méthodes très-souvent impraticables, jusqu'à l'expiration du concours? Est-il possible de supposer qu'une pareille idée puisse entrer dans l'esprit de qui que ce soit? Et pourtant cette idée se trouve exprimée par écrit, et la feuille où elle est énoncée semble vouloir en prendre occasion pour incriminer celui auquel on a si souvent, mais inutilement, reproché d'avoir une conscience trop délicate, d'avoir témoigné par trop de sacrifices son dévouement à l'infortune, et d'avoir tenu, dans des temps difficiles, une conduite qu'honorent tous les partis. Quelquefois on a recours, en géométrie, à ce qu'on appelle des démonstrations *ab absurdo*. Une démonstration de ce genre, appliquée à la question présente, ne suffirait-elle pas à montrer le côté faible de la thèse que je combats, et à convaincre même les personnes qui, par irréflexion, j'en suis sûr, ont pu adopter cette thèse, sans chercher d'abord à en prévoir ou approfondir les conséquences? L'Académie me rendra d'ailleurs cette justice, qu'il n'est pas possible de m'adresser ici le moindre reproche. Elle a vu, dans la dernière séance, avec quelle franchise, avec quelle loyauté j'ai déclaré que j'attendrais sa décision avant d'imprimer mon Mémoire. Les paroles prononcées par M. le secrétaire perpétuel, et l'adhésion unanime de mes honorables confrères, n'ont pas laissé subsister le plus léger doute sur le parti que j'avais à prendre. Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette affaire, c'est que mes nouvelles théories sont le développement d'une pensée émise il y a plusieurs années, c'est-à-dire au mois d'août 1841, dans l'un des Mémoires que j'ai publiés sur l'astronomie, dans

celui-là même qui avait particulièrement attiré l'attention des astronomes, et auquel ils ont paru attacher plus de prix. Il serait assez extraordinaire qu'il fût interdit à un géomètre français de publier les développements des théories qu'il a pu découvrir, et qu'il lui fût ordonné, sans doute pour la plus grande gloire des sciences et de la patrie, d'attendre que ses propres pensées soient peut-être mises en lumière par quelque savant étranger. »

M. le **Président** annonce que le XIXe volume des *Mémoires de l'Académie* est en distribution, et que l'impression du vingtième est dejà commencée.

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la seconde édition de son *Histoire des travaux de G. Cuvier.* (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

M. **Beautemps-Beaupré** présente, au nom de l'auteur, M. **Givry**, un nouveau volume du *Pilote français. — Partie des côtes de France comprise entre les Casquets et la pointe de Barfleur. — Environs de Cherbourg.* (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Rapport sur les Mémoires de* MM. **Simon** *et* **Hardy**, *relatifs à la culture et aux produits du pavot somnifère sous le climat d'Alger.*

(Commissaires, MM. de Mirbel, Boussingault, Payen rapporteur.)

« Nous avons été chargés, MM. de Mirbel, Boussingault et moi, de rendre compte des Mémoires de MM. Hardy et Simon, relatifs à la culture et aux produits du pavot somnifère sous le climat d'Alger; nous venons soumettre à l'Académie les résultats de notre examen.

» M. Hardy, dans un Mémoire très-détaillé, rend compte de ses nouveaux efforts pour répondre aux intentions de M. le maréchal ministre de la Guerre, et résoudre la question de l'utilité de la production de l'opium en Algérie.

» Dans cette vue, M. le Directeur de la pépinière centrale, en continuant ses essais, s'est proposé de cultiver une plus grande étendue de terrain, afin de mieux constater les influences des saisons, de l'époque des semailles, des soins de culture, etc.; voulant aussi tenir compte des frais et les déduire de la valeur de la récolte, M. Hardy a pensé avec raison qu'il était nécessaire de déterminer la qualité des produits.

» Cette dernière partie des opérations nous fut plus particulièrement réservée ; en conséquence, et pour compléter la base des calculs, nous allons présenter d'abord nos expériences et nos observations à cet égard.

» L'un des échantillons de l'opium que M. Hardy a récolté, avait été extrait pendant la pluie; nous l'avons analysé à part. 100 parties contenaient 89,1 de substance sèche, et donnèrent 4,67 de morphine pure.

» En tenant compte de l'excès d'humidité de cet échantillon, pour comparer le rendement en morphine avec les produits envoyés l'année dernière, on trouve que 92,4 de substance sèche auraient fourni 4,84, nombre qui se rapproche beaucoup de 5,02 trouvé dans l'opium de 1844.

» L'autre échantillon qui représentait la qualité de la plus grande partie de la récolte, extrait pendant un temps plus favorable, contenait 9,5 d'eau pour 100, et donna 4,94 de morphine; en ramenant sa proportion d'eau à 7,6 pour établir la comparaison avec le produit de 1843, on trouve qu'il représente 5,10 de morphine pure pour 100, c'est-à-dire un peu plus que l'opium de la précédente récolte.

» Ainsi, l'opium obtenu cette fois dans une culture plus étendue est sensiblement supérieur en qualité aux produits examinés l'année dernière.

» Ce résultat paraît donc confirmer les espérances que nous avions conçues, relativement à la possibilité d'obtenir en Algérie de l'opium de qualité bonne et constante.

» Le deuxième produit important de la même récolte consiste dans l'huile qu'il est facile d'extraire des graines après la récolte de l'opium.

» Profitant du concours de M. Tripier, directeur de la pharmacie d'Alger, M. Hardy put constater que la graine des pavots donnait 45 pour 100 d'huile, dont la plus grande partie écoulée à froid est comestible.

» Les graines qui nous sont parvenues dans le même envoi ont donné 42,6 d'huile, c'est-à-dire 2,4 pour 100 de moins que la quantité obtenue par M. Tripier. Probablement, la différence observée tenait à quelque altération durant le transport. L'échantillon de l'huile reçue d'Alger est comparable aux huiles ordinaires d'œillette, et légèrement plus colorée que celles du nord de la France.

» La culture plus étendue, faite l'année dernière, a permis de vérifier et de compléter les renseignements communiqués en 1843, par les soins de M. Liautaud.

» Voici le résumé des conditions favorables déduites des dernières observations à ce sujet:

» Il faut un terrain doux, léger, substantiel, surtout très-perméable à

l'eau; s'il retenait celle-ci, la racine unique du pavot qui est pivotante, grosse, charnue et molle, serait bientôt détruite. Les terrains qui paraissent préférables sont ceux où le sable domine à peu près dans les proportions de deux tiers pour un tiers d'argile. Ce terrain devra être amendé un an à l'avance par des engrais courts, et préparé durant l'été par plusieurs labours profonds, de manière à rendre la terre aussi meuble qu'une planche de jardin.

» Il est encore fort utile que la plantation soit, autant que possible, à l'abri des vents d'ouest; les pentes légèrement inclinées des versants qui regardent l'est, semblent offrir l'exposition la plus favorable.

» Le semis doit être fait à l'automne; aussitôt après les premières pluies, les plantes ne tardent pas à paraître. Elles s'entourent de feuilles par une végétation lente durant l'hiver; et, au printemps, elles donnent des tiges et des capsules d'une force que ne peuvent jamais atteindre les semis faits pendant ou après l'hiver, forcés qu'ils sont par les conditions climatériques de donner leur fruit aussitôt que ceux qu'on a semés quatre ou cinq mois plus tôt.

» Il peut arriver que, par un printemps pluvieux, comme celui de cette année par exemple, ces semis tardifs donnent de fort beaux produits, mais ce cas arrivera rarement.

» Il convient que le terrain soit divisé par planches de 2 mètres de largeur avec des sentiers de 40 à 50 centimètres restant libres pour les opérations du sarclage, de récolte, etc.; la longueur des planches est indifférente. On sème à la volée $2^{kil},500$ grammes à 3 kilogrammes de graine par hectare.

» Les semis en ligne ne réussissent pas pour une graine aussi fine, parce qu'il est difficile de l'enterrer à une profondeur convenable; presque toujours il y a des lacunes, les graines qui se trouvent trop avant dans le sol ne pouvant lever.

» Dès que les jeunes plantes ont quatre ou cinq feuilles, on doit les débarrasser des mauvaises herbes, et supprimer les pieds superflus en les distançant en tous sens de 0,20 à 0,25. On conservera de préférence les individus les plus vigoureux. Plus tard, lorsqu'on en reconnaîtra la nécessité, on donnera un second binage et on veillera à ce qu'aucune plante étrangère ne s'élève dans la plantation. Lorsque les jeunes pavots couvriront complétement le sol de leur feuillage, on cessera d'y introduire la binette, afin d'éviter de briser les feuilles qui sont très-peu résistantes. A partir de ce moment jusqu'à l'époque de la maturité des capsules, il n'y a plus rien à faire dans la plantation, si ce n'est d'arracher à la main quelques herbes

qui viennent se montrer çà et là, et dont on doit toujours être très-soigneux de purger le sol.

» Une importante précaution à prendre pendant les opérations du sarclage, c'est de ne pas blesser les racines principales ou les pivots, avec les instruments dont on se sert; autrement la plante dépérirait par la pourriture que produit l'épanchement de ses sucs. Le pavot ne résiste pas à la transplan tation, on ne peut donc employer ce moyen pour regarnir les clairières, comme cela se pratique dans certaines cultures.

» Lorsque l'on reconnaîtra à leur coloration tirant au jaune, à la dureté que produisent les sucs accumulés, que les capsules atteignent la maturité convenable, le cultivateur devra s'empresser de mettre en réquisition les ouvriers nécessaires pour inciser les capsules et ramasser l'opium; 1 hectare exigera quinze à vingt personnes pendant douze à quinze jours. Les enfants ne sauraient être employés à ce travail; ils ne pourraient atteindre les capsules.

» On peut ramasser le produit vingt heures après avoir incisé les capsules, mais cette opération va beaucoup moins vite; en incisant pendant trois heures, on prépare le travail de six à sept heures pour récolter. Ainsi on devra inciser pendant les trois heures les plus chaudes du jour et ramasser les larmes d'opium sorties de la veille pendant les intervalles du matin et du soir.

» L'instrument qui a paru le plus convenable pour faire les incisions est un canif dont le tranchant est convexe; et pour ramasser l'opium, une lame de couteau ayant la même forme.

» En tenant compte des variations extraordinaires et défavorables de la température cette année, M. Hardy établit ainsi le compte de la culture de 1 hectare :

Labour à la houe, quatre-vingt-seize journées à 2 francs. . . .	192 fr.
Semaille, hersage à la main, quarante-quatre journées à 2 fr. .	88
Deux binages.	118
Récolte de l'opium, deux cent vingt-neuf journées à 2 fr. . . .	458
Total pour l'opium.	856
Récolte de la graine, trente-sept journées à 2 fr.	74
Total des frais pour 1 hectare.. . .	930

Produit probable de 1 hectare.

» En supposant un tiers en sus sur le produit de l'opium (car on doit admettre que la saison ne sera pas toujours aussi défavorable que cette année),

M. Hardy arrive aux résultats suivants :

Opium, 23^{kil},268 à 30 francs.	698 fr.
Graine de pavot, 11 hectolitres à 30 fr.	330
690 bottes de tiges à 10 centimes.	69
Total du produit pour 1 hectare. .	1097
Bénéfice net.	167

» Nous avons reçu de M. le ministre de la Guerre, deux échantillons d'opium obtenus d'une autre culture par M. Simon, à l'aide de procédés particuliers.

» Cet opium était renfermé dans des têtes de pavots coupées en deux.

» Le n° 1 perdit à la dessiccation 8,5 pour 100, et donna 3,70 de morphine pure, représentant 3,74 pour l'opium réduit à la proportion d'eau prise pour terme de comparaison.

» Le n° 2 contenait 6,45 d'eau; on en obtint 3,86 de morphine, quantité équivalente à 3,82, pour le degré normal d'humidité.

» Ces résultats, vérifiés en répétant deux fois les analyses, prouvent que la qualité de l'opium extrait par M. Simon est un peu inférieure à celle des échantillons provenant des cultures en Algérie, récoltés en 1843 et 1844.

» Il se pourrait, à la vérité, que les proportions moindres de morphine fussent compensées, et au delà, par les quantités plus grandes d'opium récolté; mais n'ayant pas reçu de renseignement sur les procédés nouveaux employés, ni sur les produits obtenus, nous ne pourrions encore avoir d'opinion à cet égard.

» L'examen du Mémoire et des échantillons envoyés par M. Hardy, et dont nous venons de rendre compte, montre que, malgré des circonstances de température exceptionnelles et défavorables, la qualité de l'opium indigène s'est soutenue et même améliorée; il est donc bien permis d'espérer que des résultats meilleurs encore pourront être obtenus dans des conditions ordinaires, en continuant avec des soins aussi bien entendus ces intéressants essais de culture.

» Tout nous porte à croire qu'on parviendrait ainsi à obtenir le résultat important de fournir à l'art médical un agent dont les propriétés utiles seraient garanties par la constance de sa composition.

» Les efforts à faire pour atteindre un but aussi élevé nous paraissent très-dignes d'être encouragés par l'approbation et les vœux de l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur le système de chemin de fer atmosphérique de* M. ARNOLLET.

(Commissaires, MM. Arago, Regnault, Lamé rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Arago, Regnault et moi, de lui faire un Rapport sur un Mémoire présenté par M. Arnollet, et concernant un nouveau système de chemin de fer atmosphérique. L'idée d'employer la raréfaction de l'air comme moyen de transport fut émise, dès 1810, par Medhurst, ingénieur danois. On a fait, depuis 1824, divers essais infructueux pour appliquer cette idée. Enfin une invention importante de MM. Clegg et Samuda, qui date de 1838, fit réussir le nouveau moyen de locomotion. On sait que le système, dit atmosphérique, se compose d'un tube placé entre les rails, et dans lequel une machine à vapeur fixe, opère et entretient la raréfaction de l'air; un piston est poussé dans ce tube par l'excès de la pression atmosphérique, et son mouvement se transmet à l'extérieur par une tige étroite, à laquelle une fente longitudinale livre passage; il faut qu'une sorte de soupape indéfinie ferme hermétiquement cet orifice en avant du piston, s'ouvre pour laisser passer la tige, et se referme ensuite derrière elle. MM. Clegg et Samuda sont parvenus les premiers à remplir ces conditions indispensables, en bouchant l'orifice longitudinal par une lame de cuir convenablement renforcée, soigneusement mastiquée, qui se soulève par l'action de galets attachés à la queue du piston, qui retombe ensuite par son propre poids, et que des cylindres compresseurs et échauffés referment et mastiquent de nouveau.

» Cet appareil fut essayé, en 1838, sur des modèles en petit, à Chaillot et plus tard au Havre. Des expériences plus importantes furent faites dans les environs de Londres, par MM. Clegg et Samuda; ces expériences, que M. Teisserenc fit connaître en France, mirent hors de doute la possibilité d'employer le système atmosphérique. M. Pim, trésorier de la compagnie du rail-way de Dublin à Kingstown, proposa et obtint de l'appliquer au chemin de fer de Kingstown à Dalkey, sur 3 kilomètres de longueur environ. Cette dernière expérience, faite sur une échelle suffisante, a complétement réussi; M. Mallet, inspecteur divisionnaire des Ponts et Chaussées, en a donné la description détaillée. On sait qu'un acte législatif a autorisé M. le ministre des Travaux publics à consacrer une somme de 1 800 000 francs pour de nouvelles expériences; une telle mesure devait vivement exciter l'esprit d'invention, et c'est ce qui explique le grand nombre de communi-

cations relatives aux chemins de fer atmosphériques, qui ont été faites cette année à l'Académie. Nous n'avons à nous occuper aujourd'hui que du Mémoire de M. Arnollet, lequel concerne spécialement l'économie des frais d'établissement et de la force employée.

» Au chemin de fer de Dalkey, l'air du tube est directement raréfié, à l'aide d'une pompe à air mue par une machine à vapeur. Cet appareil marche avant et pendant le parcours d'un convoi, mais reste ensuite inactif. Ainsi, dans le système atmosphérique anglais, une très-forte machine exécute un grand travail durant huit à dix minutes, et se repose une heure ou plus; il est nécessaire cependant que la température de la chaudière se conserve pendant l'intermittence, pour que l'appareil soit toujours prêt à fonctionner. Les dépenses, les pertes et les autres inconvénients qui naissent de cette marche discontinue, ont engagé M. Arnollet à proposer un moyen de raréfaction différent. Dans son système, une machine de quelques chevaux de force serait constamment employée à raréfier l'air de trois réservoirs, ayant chacun une capacité au moins égale à celle du tube, ou d'un seul de capacité triple; on ferait communiquer ces réservoirs, lorsque la pression n'y serait plus que $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, avec le tube contenant de l'air ordinaire, et où s'établirait bientôt une pression moyenne de $\frac{1}{2}$ atmosphère; cette raréfaction ferait marcher le piston et le convoi; à la fin du voyage, l'air, totalement refoulé dans les réservoirs, atteindrait la pression de $\frac{2}{3}$ d'atmosphère, et l'action continue de la machine ramènerait de nouveau cette pression à $\frac{1}{3}$.

» Pour montrer les avantages de son système, M. Arnollet suppose un chemin de fer devant effectuer, à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, un transport annuel de 2 500 000 tonnes, poids net, en voyageurs et marchandises, ou par jour 700 tonnes distribuées sur dix convois. Ce chemin serait divisé en relais de 5 000 mètres, chacun d'eux étant desservi par un moteur atmosphérique partiel. L'auteur trouve qu'il faudrait une machine de 126 chevaux pour raréfier l'air dans un tube de 5 000 mètres de longueur et de 39 centimètres de diamètre, si l'on adoptait le système anglais; tandis que l'application du moyen qu'il propose n'exigerait, dans la même circonstance, qu'une machine de 8 chevaux, c'est-à-dire d'une force seize fois moindre (1). Ces nombres supposent que la longue soupape, qui ferme l'orifice longitudinal du tube, ne laisse pas rentrer d'air. M. Arnollet déduit de plusieurs expériences rapportées par M. Mallet, que l'appareil de Dalkey subit une

---

(1) *Voir* la Note IV, à la fin du Rapport.

rentrée de 15 mètres cubes d'air par kilomètre et par minute. En adoptant ce résultat, l'auteur trouve que la force de sa machine devrait être portée de 8 chevaux à 10; mais, comme ce défaut de l'appareil et la perte de force qu'il occasionne ne sont pas encore suffisamment étudiés, nous en ferons abstraction dans la comparaison des deux systèmes.

» Plusieurs notes jointes à ce Rapport donnent, pour les deux cas, le calcul de la force employée et de l'effet obtenu. Dans le système anglais, le travail utilisable dépensé, tant que la machine marche, est exactement égal au travail produit. La perte de force est donc totalement celle que représente le combustible consumé pendant l'intermittence. Si l'on adopte $\frac{1}{3}$ d'atmosphère pour la pression de l'air du tube, on trouve que la machine doit agir pendant un temps à peu près double de celui que le convoi met à parcourir le relais. La première moitié de ce temps est employée à raréfier l'air du tube avant le départ, depuis la pression extérieure jusqu'à $\frac{1}{3}$ d'atmosphère.

» Quant au système proposé par M. Arnollet, si l'on adopte $\frac{1}{3}$ d'atmosphère pour la pression que la machine ramène dans les réservoirs, le calcul montre que le travail utilisable dépensé est au travail produit dans le rapport de 5 à 3, d'où résulte une perte de force de 40 pour 100. Cette perte a lieu lorsqu'on fait communiquer les trois réservoirs où la pression est de $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, avec le tube rempli d'air à la pression extérieure, afin d'obtenir la pression moyenne de $\frac{1}{2}$ d'atmosphère. Car, s'il avait été possible d'aspirer directement la moitié de l'air contenu dans les quatre capacités réunies, ce qui eût conduit, comme pour le système anglais, à l'égalité entre le travail dépensé et le travail produit, on eût évidemment employé moins de force à expulser les trois premiers sixièmes de l'air remplissant le tube, qu'à expulser, comme on est obligé de le faire, le quatrième sixième de l'air des trois réservoirs. Dans le fait, les deux premiers tiers de la masse d'air primitivement contenue dans les réservoirs sont expulsés une fois pour toutes; mais l'air du tube, refoulé par le piston voyageur, vient remplacer le second tiers de cette masse primitive, et c'est la force employée à l'expulser de nouveau qui compose en totalité le travail utilisable dépensé pour chaque convoi. Or, on trouve par le calcul, et on l'admettra aisément, qu'on allégerait ce travail d'au moins 40 pour 100, en substituant à la seconde moitié, la plus pénible, de sa tâche, l'extraction à masse égale, et comparativement si facile, de la première moitié de l'air contenu dans le tube; substitution qui le rendrait précisément égal au travail produit.

» D'après ces résultats théoriques, en supposant que les frais d'établissement de l'un et l'autre système pussent être égaux, si les convois se succé-

daient à des époques assez rapprochées, ou si l'on prenait des précautions suffisantes, pour que le combustible consumé pendant l'inaction de la machine anglaise fût au plus les deux tiers du combustible dépensé lors de son action, les deux systèmes auraient un mérite égal, et il n'y aurait aucune raison d'économie pour préférer l'un à l'autre.

» C'est à ces termes simples que se réduit la comparaison des deux systèmes, quels que soient, d'ailleurs, la longueur des relais, la vitesse de marche des convois, la force de traction qui correspond à cette vitesse, le tonnage à transporter, la difficulté des pentes à franchir. Est-il réellement impossible que le système anglais puisse remplir les conditions nécessaires, pour que sa dépense ne surpasse pas celle du système de M. Arnollet? C'est ce qu'il n'est pas permis d'affirmer aujourd'hui.

» Une donnée pratique manque pour comparer les frais d'établissement. On peut bien évaluer le prix de la puissante machine exigée par le système anglais, et celui de l'appareil pneumatique, non moins coûteux, qu'elle mettrait en activité. Mais pour le système de M. Arnollet, outre sa faible machine et sa pompe à air de petite dimension, il y aurait à construire trois réservoirs, imperméables et solides; construction dont il paraît difficile, sinon impossible d'évaluer la dépense avec quelque exactitude. La capacité de chacun de ces réservoirs devrait être, suivant M. Arnollet, de 6 à 800 mètres cubes, et en réalité beaucoup plus grande, comme nous le prouverons bientôt. Il faudrait que les parois fussent de nature à s'opposer sûrement à toute rentrée d'air, assez épaisses et convenablement étayées, pour résister à un excès de pression de 7 tonnes environ par mètre carré de surface, tendant à les rapprocher. Le prix de trois bâtiments d'un genre si nouveau, remplissant suffisamment toutes ces conditions, serait-il moindre que l'excès considérable de dépense, en machines et pompes à air, exigé par le système atmosphérique anglais? nous ne saurions le dire à priori, et nous pensons que tout ingénieur impartial garderait la même réserve.

» Plusieurs praticiens se sont proposé récemment de rechercher les précautions à prendre pour diminuer, autant que possible, la dépense en combustible durant les intermittences de l'action d'une machine à vapeur. On cite une expérience remarquable faite, sur une chaudière ordinaire, dans les ateliers de M. Lemaître, à la Chapelle; d'après cette expérience, plusieurs fois répétée, une interruption d'une heure, suivie d'une émission de vapeur, durant dix à douze minutes, n'occasionnerait qu'un excès de consommation de combustible d'un tiers en sus. Lors des interruptions, on fermait soigneusement toute issue à l'entrée et à la sortie des gaz au-dessous de la chaudière;

lors des prises de vapeur, toutes les issues étant, au contraire, ouvertes, on activait la combustion pendant deux à trois minutes, à l'aide d'un ventilateur. Si ce fait se vérifie, la dépense en combustible n'est pas une objection sérieuse pour le système atmosphérique anglais.

» D'ailleurs la perte de force que représente l'excès de consommation du combustible disparaîtrait bientôt; car, suivant l'opinion émise dans une autre enceinte par l'un de nous, M. Arago, les usines qui réclament ordinairement la puissance incertaine des cours d'eau ou du vent, et d'autres encore, viendraient se grouper autour des puissantes machines du système atmosphérique anglais, pour utiliser une force régulièrement disponible, autrement sans emploi, et que cette circonstance même rendrait peu coûteuse. Il en serait tout autrement de l'excès de travail dépensé par le système de M. Arnollet; sa perte serait irrémédiable, et sans profit pour personne.

» Les calculs qui ont servi de base à la comparaison que nous venons d'établir font abstraction de plusieurs causes de perte de force, telles que les rentrées d'air par les soupapes, les inégalités de pression qui doivent exister dans le tube, l'échauffement du corps de pompe dû à la compression de l'air expulsé, et d'où résulte la dilatation de l'air aspiré; toutes circonstances qui exigent une augmentation de travail dépensé. Mais on manque de données précises pour évaluer avec exactitude cette augmentation, qu'il faudrait d'ailleurs appliquer aux deux systèmes.

» Toutefois, nous devons le reconnaître, le système de M. Arnollet se trouve dans de meilleures conditions que le système anglais pour atténuer les pertes dont il s'agit. Le temps pendant lequel la soupape longitudinale laisse rentrer de l'air est plus court. Lorsqu'on raréfie l'air des réservoirs, les inégalités de pression doivent être incomparablement plus petites que dans le tube, long et étroit, sur lequel la machine anglaise agit directement. Enfin, la durée beaucoup plus longue de l'action du moteur, et la petitesse relative de l'appareil pneumatique, permettent d'augmenter ses dimensions et de ralentir sa marche, de manière à diminuer beaucoup l'échauffement du corps de pompe.

» M. Arnollet semble admettre, dans son Mémoire, qu'une force de traction de 4 kilogrammes par tonne, laquelle est tout au plus suffisante pour faire partir un convoi, suffit encore lorsque la vitesse est de 60 kilomètres à l'heure, ou de $16^{m},65$ à la seconde. Ce nombre est évidemment beaucoup trop faible. Plusieurs observations faites sur les chemins de fer des environs de Paris ont conduit à une formule empirique fort commode, pour représenter le coefficient de la traction; cette formule, qui se compose d'un terme constant, et

d'un autre proportionnel au carré de la vitesse, donne une traction de 13 kilogrammes par tonne pour la vitesse de 16m,65. On a observé, sur le chemin de Versailles (rive gauche), qu'un convoi, descendant librement sur une rampe d'un centième, acquérait une vitesse uniforme de 13 à 14 mètres; ce qui donne 10 kilogrammes par tonne pour la traction correspondante à cette vitesse. Ces deux nombres sont évidemment concordants, mais ils sont certainement exagérés quand il s'agit de forts convois; car la formule citée suppose que l'accroissement de la traction totale, qui résulte de la vitesse, est proportionnel au poids; ce qui ne saurait être, puisque la résistance de l'air, d'où dépend cet accroissement, doit s'exercer principalement sur les premiers wagons, et n'augmenter qu'assez faiblement avec le nombre de ceux qui les suivent.

» En adoptant toutefois la traction de 13 kilogrammes par tonne, qui représente une limite opposée à celle de 4 kilogrammes, et se servant des formules démontrées dans les notes annexées à ce Rapport (1), on trouve que, pour obtenir une vitesse de 60 kilomètres à l'heure, avec des convois de 120 tonnes, poids total, il faudrait, à chaque relais de 5000 mètres seulement, soit une machine de 200 chevaux, soit une de 20, mais avec trois réservoirs ayant chacun une capacité de 2000 mètres cubes, ou un seul de 6000! Ce serait, des deux parts, acheter bien cher l'avantage de donner, à une masse énorme, une vitesse excessive, dont les dangers sont effrayants et sans remède. Avec des convois de 50 à 60 tonnes au plus, et une vitesse de 30 à 40 kilomètres à l'heure, la dépense serait trois à quatre fois moindre, et la gravité des accidents disparaîtrait. L'économie et la prudence sont ici d'accord pour assigner une limite à l'exagération des avantages que peuvent offrir les chemins de fer.

» Malgré les incertitudes qui ne permettent pas encore de reconnaître la supériorité que M. Arnollet attribue à son système dans toutes les circonstances, nous pensons néanmoins que, dès à présent, ce système pourrait être appliqué avec avantage sur un chemin de fer destiné à des convois peu multipliés, et marchant avec une vitesse modérée, surtout s'il était possible de distribuer ces convois à des intervalles de temps égaux, pendant les vingt-quatre heures du jour et de la nuit.

» Quoi qu'il en soit, le Mémoire de M. Arnollet, qui contient des remarques utiles et des vues ingénieuses, traite une question importante que l'expérience et la pratique peuvent seules résoudre complétement. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

---

(1) *Voir* la Note IV.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Notes annexées au Rapport qui précède; par* M. LAMÉ.

I. — *Calcul du travail nécessaire pour raréfier l'air contenu dans un tube de longueur* Λ, *et de section* S, *depuis la pression barométrique* H, *jusqu'à la pression réduite* η.

« Nous supposerons que le tube ait un fond fixe, pris pour origine des x, et qu'il soit fermé, vers son autre extrémité, par un piston mobile P, au delà duquel le tube se prolonge indéfiniment.

» On voit facilement que le travail cherché est égal à celui qui serait nécessaire pour éloigner le piston P, placé primitivement à une distance $x=\frac{\Lambda\eta}{H}$ du fond fixe, jusqu'à la distance Λ; H étant la pression de l'air renfermé dans le tube de longueur $\frac{\Lambda\eta}{H}$, soit p la force élastique de cet air lors d'une longueur quelconque x; on aura

$$p=\frac{\Lambda\eta}{x},\quad \text{d'où}\quad H-p=H-\frac{\Lambda\eta}{x},$$

et le travail cherché sera donné de suite par l'intégrale définie

$$(1)\qquad \int_{\frac{\Lambda\eta}{H}}^{\Lambda} S\left(H-\frac{\Lambda\eta}{x}\right)dx = S\Lambda\left(H-\eta-\eta\log\frac{H}{\eta}\right).$$

II. — *Calcul du travail dépensé et du travail produit dans le système atmosphérique anglais.*

» Soient L la longueur du tube, h la pression de l'air qu'il contient lors de la marche du convoi; le travail dépensé se composera d'abord de

$$T=SL\left(H-h-h\log\frac{H}{h}\right),$$

force employée à raréfier l'air du tube, depuis H jusqu'à h; puis de la force

$$T'=SL(H-h),$$

nécessaire pour faire reculer le piston P d'une longueur $L'=L$, supposée prise dans un tube additionnel, diminuée du travail T″ qui serait restitué par le piston P, revenant dans le tube L′, jusqu'à ce que l'air qu'il renferme soit

ramené de la pression h à celle H, travail qui a pour valeur

$$T = \int_{\frac{Lh}{H}}^{L} S\left(H - \frac{Lh}{x}\right)dx = SL\left(H - h - h\log\frac{H}{h}\right).$$

» Le travail dépensé est donc $(T + T' - T'')$, ou simplement $T' = SL(H - h)$, puisque $T'' = T$. Or, le travail réellement produit par le piston voyageur, entraînant le convoi, est aussi $SL(H - h)$. On conclut de là que, *dans le système anglais, le travail utilisable dépensé, tant que la machine marche, est exactement égal au travail produit.*

» Si l'on pose $h = \frac{1}{3}H$, on aura

$$T = \tfrac{1}{3}SLH\,(2 - \log 3), \quad SL(H - h) = \tfrac{2}{3}\,SLH.$$

Ainsi, le travail dépensé à faire le vide dans le tube, avant le départ du convoi, est au travail total, comme $(2 - \log 3)$ est à 2; ou bien, puisque le logarithme népérien de 3 est 1,09861, la durée de l'action de la machine est, au temps de parcours du convoi, comme 2 est à 1,09861, c'est-à-dire à peu près double, ou plus exactement comme 9 est à 5.

III. — *Calcul du travail dépensé et du travail produit dans le système de M. Arnollet.*

» Soient H la hauteur barométrique extérieure; h la force élastique de l'air raréfié dans les trois réservoirs, avant qu'ils soient mis en communication avec le tube de longueur L, et de section S; h' la pression moyenne qui s'établit dans le tube et les trois réservoirs, quand, leur communication étant établie, le convoi part; enfin, h'' la pression qui existe dans les réservoirs seuls, à l'arrivée du convoi. Chacun des trois réservoirs ayant la même capacité que le tube, nous supposerons, avec M. Arnollet,

$$(2) \qquad H = 3h = 2h' = \tfrac{3}{2}h''.$$

» Le travail dépensé pour raréfier l'air des trois réservoirs, depuis H jusqu'à h, est, d'après la formule (1),

$$(3) \qquad 3SL\left(H - h - h\log\frac{H}{h}\right) = SLH(2 - \log 3).$$

Lorsque l'on ouvre la communication du tube avec les réservoirs, et que la pression moyenne $h' = \frac{1}{2}H$ s'établit, il en résulte une perte de force: en effet, on eût obtenu la même pression h' en raréfiant directement, de H à h',

l'air contenu dans les trois réservoirs et le tube communiquant librement, ce qui n'eût exigé qu'une force de

$$(4) \qquad 4\text{SL}\left(\text{H} - h' - h' \log \frac{\text{H}}{h'}\right) = \text{SLH}(2 - \log 4),$$

et le nombre (3) surpasse (4) de

$$(5) \qquad \text{SLH} \log \tfrac{4}{3},$$

travail utilisable qui se trouve perdu. On retrouve d'ailleurs cette perte en comparant, comme il suit, le travail produit avec le travail dépensé.

» Pour calculer le travail utilisé par le parcours du convoi sur le tube L, soient p la pression de l'air renfermé, à une époque quelconque du voyage, x la distance qui sépare alors le piston voyageur d'un fond fixe, situé à l'extrémité d'un tube additionnel de longueur 3L, placé au delà du point d'arrivée, et qui représentera en capacité les trois réservoirs; on aura

$$px = 2\text{LH}, \quad \text{d'où} \quad \text{H} - p = \text{H}\left(1 - \frac{2\text{L}}{x}\right),$$

et le travail utilisé sera

$$\int_{3\text{L}}^{4\text{L}} \text{SH}\left(1 - \frac{2\text{L}}{x}\right) dx = \text{SLH}\left(1 - 2 \log \tfrac{4}{3}\right).$$

» Lorsqu'un convoi est passé, il faut raréfier l'air des trois réservoirs, depuis la pression $h'' = \frac{2}{3}\text{H}$, jusqu'à la pression $h = \frac{1}{3}\text{H}$; on obtiendra la valeur du travail nécessaire pour produire cet effet, en retranchant du nombre (3) la force qui raréfierait l'air des réservoirs de H à h''; ce qui donne

$$3\text{SL}\left(\text{H} - h - h \log \frac{\text{H}}{h}\right) - 3\text{SL}\left(\text{H} - h'' - h'' \log \frac{\text{H}}{h''}\right) = \text{SLH}\left(1 - \log \tfrac{4}{3}\right).$$

» Ainsi, le passage de chaque convoi exige $\text{SLH}(1 - \log \frac{4}{3})$ en travail utilisable dépensé, et ne reproduit que $\text{SLH}(1 - 2 \log \frac{4}{3})$; d'où résulte la perte (5) déjà trouvée. Or, en cherchant le logarithme népérien de $\frac{4}{3}$, on trouve

$$\log \tfrac{4}{3} = 0{,}28768,$$
$$1 - \log \tfrac{4}{3} = 0{,}71232,$$
$$1 - 2 \log \tfrac{4}{3} = 0{,}42464,$$

et le dernier nombre est un peu plus petit que les $\frac{3}{5}$ du second.

» On conclut de là que, *dans le système atmosphérique proposé par M. Arnollet, le travail utilisable dépensé est au travail produit dans le rapport de* 5 *à* 3; en un mot, que *ce système occasionne une perte de force de* 40 *pour* 100.

IV. — *Calcul de la force des machines exigées par les deux systèmes.*

» Lorsque la vitesse des convois est de 60 kilomètres à l'heure, et que l'on adopte la traction de 13 kilogrammes par tonne, le travail produit, en une seconde de temps, par le passage d'un convoi de 117 tonnes, poids total, est équivalent à 13,117 ou 1521 kilogrammes élevés à $16^{m},65$, ou à 25 350 kilogrammes élevés à 1 mètre.

» Ce dernier nombre, divisé par 75, donne exactement 338 chevaux pour la force d'une locomotive capable de faire parcourir, à un convoi de 117 tonnes, 5000 mètres en cinq minutes.

» Dans le système atmosphérique anglais, le même effet serait produit par une machine travaillant, sans perte de force utilisable, pendant neuf minutes; la force de cette machine devrait donc être $\frac{5.338}{9}$ ou 188 chevaux.

» Dans le système de M. Arnollet, en accordant un repos d'une heure et demie par jour, il resterait $22^{h}30'$ ou 1350 minutes pour accumuler le travail nécessaire au passage de dix convois, 135 minutes pour chacun ou 27 fois le temps de son passage; rappelant que ce système perd 40 pour 100 du travail utilisable dépensé, on trouvera $\frac{5}{3}.\frac{338}{27}$, ou 21 chevaux, pour la force de la machine; exactement le neuvième de la machine anglaise. La section du tube, et par suite la capacité des réservoirs, devraient être au moins triples de celles que suppose M. Arnollet, puisqu'il s'agit d'une traction de 13 kilogrammes par tonne, au lieu de 4. »

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, par voie de scrutin, une Commission de neuf membres chargée de l'examen des pièces admises au *concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.*

MM. Rayer, Serres, Roux, Magendie, Duméril, Velpeau, Andral, Flourens et Milne Edwards réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mémoire sur l'extrémité céphalique du grand sympathique dans l'homme et les animaux mammifères;* par M. J.-M. BOURGERY.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Velpeau.)

L'auteur croit pouvoir déduire des recherches exposées dans son Mémoire les conclusions suivantes :

« 1°. Le grand sympathique, dont le cordon de continuité est simple de chaque côté, dans toute la longueur des deux grandes cavités thoracique et abdomino-pelvienne, à partir du ganglion cervical inférieur, se divise, avec les artères, à son extrémité cervico-céphalique, en deux courants nerveux: antérieur ou *carotidien*, et postérieur ou *vertébral*.

» 2°. L'*appareil nerveux vertébral* n'offre un certain volume, de manière à pouvoir être facilement étudié à l'œil nu, que dans son plexus d'origine, qui établit la communication du ganglion cervical inférieur et du plexus de l'artère sous-clavière avec les nerfs cérébro-spinaux du membre thoracique. Au delà, le plexus vertébro-basilaire ne peut plus être étudié qu'à l'aide du microscope.

» 3°. La ténuité microscopique de l'*appareil nerveux vertébro-basilaire* paraît tenir à ce que, ne fournissant pas, comme aussi les artères, d'anastomoses périphériques d'un certain volume, il forme uniquement la chaîne splanchnique de la masse encéphalique postérieure (cervelet et partie des lobes postérieurs du cerveau). Cette présomption se justifie par la comparaison de l'appareil nerveux vertébro-basilaire avec l'appareil carotidien, qui devient également microscopique sur les artères cérébrales antérieure et moyenne, c'est-à-dire au-dessus du point où il cesse de fournir des anastomoses périphériques avec le système nerveux cérébro-spinal.

» 4°. L'appareil nerveux microscopique vertébro-basilaire, par les qualités physiques de ses organes, blancheur éclatante, solidité, netteté de contour, et aussi par ses chaînes de petits ganglions et le canevas serré des réseaux nerveux intermédiaires, semble bien former un appareil distinct de tout le reste du système nerveux splanchnique. Les deux moitiés vertébrales du grand sympathique se montrent confondues sur le plan moyen dans la gaîne nerveuse du tronc basilaire, comme aussi les deux appareils nerveux basilaire et carotidien s'unissent mutuellement par la chaîne commune intermédiaire de l'artère communicante postérieure.

» 5°. L'appareil nerveux *cervico-thoracique antérieur*, ou *carotidien*, est beaucoup plus complexe. Élaguant la portion cervicale destinée à fournir des rameaux splanchniques et périphériques ; à partir du canal carotidien de l'os temporal, où se trouvent deux petits ganglions, le courant nerveux céphalique, avant d'arriver au plexus caverneux, représente : 1° au-dessous des deux petits ganglions pétro-carotidiens, la chaîne de continuation du ganglion cervical supérieur, et ses anastomoses avec le pneumo-gastrique, le glosso-pharyngien, l'hypoglosse, le spinal et les deux premiers nerfs cervicaux ; 2° au-dessus des ganglions carotidiens, la jonction du rameau tympanique du glosso-pharyngien et du petit nerf pétreux, établissant la communication avec les nerfs facial et acoustique.

» 6°. A son entrée dans le crâne le grand sympathique se compose de deux rameaux, origines premières du plexus caverneux, et de quatre filets, renfermés dans la dure-mère, qui vont concourir ultérieurement à former des plexus médians. Dans ces six rameaux se résument, de chaque côté, les communications avec tout le système nerveux splanchnique, et les anastomoses périphériques avec tous les nerfs rachidiens et les six derniers nerfs céphaliques. C'est dans le plexus caverneux lui-même que se trouvent les anastomoses avec les six premiers nerfs céphaliques, établissant eux-mêmes ultérieurement les communications centrales avec tous les appareils nerveux de la face, du cou, et même, en retour, avec les organes splanchniques par les pneumogastriques.

» 7°. Ce que l'on nomme le plexus caverneux se compose de trois éléments : 1° les grands rameaux de continuation du grand sympathique, issus des petits ganglions carotidiens ; 2° une chaîne d'anastomoses formée par les six premiers nerfs céphaliques ; 3° les plexus propres ou réseaux nerveux de l'artère carotide. Ces réseaux, pourvus de petits ganglions, sont les seuls véritablement microscopiques, de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre et au-dessous, les filets du grand sympathique et des anastomoses des nerfs céphaliques, de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{5}$ de millimètre, étant visibles à l'œil nu ou à une simple loupe.

» 8°. Les rameaux du grand sympathique adhèrent fortement au nerf moteur oculaire externe, en reçoivent des filets, puis se divisent en deux faisceaux, supérieur et inférieur à l'artère carotide. Ces rameaux se réunissent sur la face interne de la carotide, en un plexus pituitaire, et se terminent par quatre ou cinq filets qui pénètrent dans la glande pituitaire elle-même par ses deux faces, supérieure et inférieure. Du faisceau postérieur émanent, en outre, trois filets de terminaison sur les artères cérébrales ; et du plexus pituitaire

procèdent des anastomoses avec le nerf optique et, je crois aussi, l'olfactif.

» 9°. La chaîne anastomotique des nerfs céphaliques qui environne comme une gaîne le nerf moteur oculaire externe sur lequel elle s'appuie, est formée de la jonction de filets provenant des troisième, quatrième, sixième paires, et surtout de la cinquième, et d'un petit ganglion qu'elle offre sur sa branche ophthalmique. Cette chaîne s'anastomose avec les faisceaux pituitaires du grand sympathique.

» 10°. De ces trois chaînes nerveuses, l'anastomose des nerfs céphaliques et les deux faisceaux pituitaires du grand sympathique, procèdent, de chaque côté, tant par des filets isolés que par des filets d'anastomose mutuelle, deux vastes plexus médians qui tapissent, à demi-épaisseur de la dure-mère, l'un la surface basilaire, l'autre la selle turcique. Les deux plexus basilaire et sus-sphénoïdal reçoivent isolément et en commun des filets ascendants du ganglion inférieur du canal carotidien, s'anastomosent l'un avec l'autre sur les côtés et au-dessus de la lame quadrilatère du sphénoïde, et communiquent avec le ganglion pituitaire lui-même par ses plexus latéraux.

» 11°. Tous ces filets nerveux dont le ganglion pituitaire est le centre, tant ceux des plexus latéraux caverneux et pituitaires que ceux des deux plexus médians, sont gris et très-mous. Aussi les rameaux du grand sympathique, et même les nerfs céphaliques, surtout le trijumeau, prennent-ils bien évidemment, en regard de leur origine, le caractère ganglionnaire.

» 12°. La glande pituitaire, en raison de ses rapports, se révèle un organe de première importance physiologique. D'une part, environnée de plexus nerveux, elle se trouve des deux côtés le centre de convergence du grand sympathique, des anastomoses des nerfs céphaliques, et des plexus latéraux et médians qu'ils forment en commun; d'autre part, outre la tige bien connue de l'infundibulum qui la met en rapport avec le *Tuber cinereum* et la surface du troisième ventricule cérébral, elle émet, tant de sa surface que de ce prolongement, trois groupes de filets qui vont se continuer directement avec les nerfs des artères communicantes postérieures, carotides et cérébrales antérieures. Si donc à ces caractères on ajoute sa composition organique, formée de deux substances nerveuses grise et blanche, et sa grande vascularité, on ne peut guère s'empêcher de la considérer comme un ganglion du grand sympathique, ainsi que l'ont fait Gall, MM. de Blainville, Thierry et Bazin.

» 13°. Ainsi donc, en traduisant physiologiquement sa disposition anatomique, le ganglion pituitaire semble jouer, par rapport au cerveau et aux nerfs céphaliques, surtout les six premiers, le même rôle que les ganglions

intervertébraux (cervicaux, dorsaux, lombaires et sacrés) jouent par rapport à la moelle épinière et aux nerfs spinaux. Et ce rôle serait celui de nœud de jonction des centres nerveux et des cordons périphériques de la vie animale, avec les centres nerveux et les plexus ganglionnaires de la vie organique.

» 14°. Tous ces faits d'anatomie, empruntés de l'homme, se retrouvent, quoique plus simples, avec des détails analogues, dans les animaux mammifères.

» 15°. En résumé, comme dernier résultat de ce travail, la supposition tant débattue de l'anastomose d'un côté à l'autre, de l'extrémité céphalique du grand sympathique, se résout par l'affirmative, mais avec une complication dans les rapports qui n'offre pas moins d'intérêt en physiologie qu'en anatomie.

» Au lieu d'un seul cordon céphalique il y a en deux, vertébral et carotidien, offrant cinq modes de terminaison auxquels s'associent les nerfs céphaliques et la glande devenue ganglion pituitaire. Dans ce mystérieux conflit anatomique des divers organes nerveux groupés dans la région médiane sphénoïdale de la base du crâne, les rapports, autant que l'on peut en juger, ne sont pas moins féconds suivant que l'on considère ces organes isolément ou dans la chaîne de liaison qu'ils forment par leurs anastomoses.

» Considérés isolément :

» 1°. Le ganglion pituitaire, céphalique ou sus-sphénoïdal, semble proprement l'intermédiaire ou l'organe de réunion de la masse encéphalique, c'est-à-dire des centres nerveux psychologiques et instinctifs et des nerfs céphaliques, leurs agents les plus actifs, avec le grand sympathique qui résume, de son côté, tout le système nerveux splanchnique. Toutefois, la masse relative du ganglion pituitaire, beaucoup plus considérable dans l'animal que dans l'homme, et aussi le nombre et le grand volume des rameaux que ce ganglion reçoit des deux cordons latéraux du grand sympathique, paraîtraient bien démontrer qu'il appartient plus spécialement au système nerveux de la vie organique, dont il constitue la masse centrale ganglionnaire céphalique.

» 2°. Le grand sympathique présente une signification différente dans ses quatre espèces de terminaison.

» La principale, ou au moins la plus volumineuse, et qui semble la suture du système nerveux splanchnique avec la masse encéphalique, s'effectue dans le ganglion pituitaire.

» Celle qui forme les deux plexus médians a pour objet l'anastomose ou

la jonction, en dehors du ganglion central, des deux moitiés latérales du grand sympathique.

» La terminaison apparente sur les artères cérébrales peut être considérée plutôt comme une origine, et ne serait autre que l'appareil nerveux viscéral propre de la masse encéphalique, relié, au milieu, comme tous les plexus extra-viscéraux, avec l'amas ganglionnaire central, qui est ici le ganglion pituitaire, mais comme ces plexus aussi, continu sur les artères avec la grande chaîne commune du grand sympathique.

» La dernière terminaison du grand sympathique consiste dans ses anastomoses avec les filets gris émanés des nerfs céphaliques.

» 3°. Quant aux nerfs céphaliques, les quatre derniers ont autant de rapports avec le ganglion cervical supérieur qu'avec les ganglions temporo-carotidiens. Le facial et l'acoustique communiquent avec les rameaux de ces ganglions. Le plexus gris des six premiers nerfs céphaliques n'a pas moins de connexion avec le ganglion pituitaire qu'avec le grand sympathique. Quoique les six nerfs céphaliques, ganglionnaires le long du sinus caverneux, concourent à la formation du plexus commun, c'est le trijumeau qui en est l'origine principale ou le foyer, dont les nombreux filets gris s'adjoignent tous les autres à leur passage. Sous ce rapport, ce nerf paraît bien une annexe du grand sympathique, intermédiaire entre les deux systèmes nerveux ganglionnaire et cérébro-spinal, et justifie par sa structure non moins que par ses rapports anatomiques, le surnom de *nerf petit sympathique*, qui lui a été donné par les physiologistes.

» Enfin, considérés d'ensemble, dans leur chaîne commune de liaison, les trois genres d'organes nerveux de la région sus-sphénoïdale offrent sept variétés d'anastomoses.

» A. Pour le même côté, d'avant en arrière, la jonction, par les artères communicantes postérieures, des deux appareils nerveux carotidien et vertébral.

» B. D'un côté à l'autre, six espèces d'anastomoses sur le plan moyen.

» Pour le courant vertébro-basilaire :

» 1°. Des deux appareils vertébraux dans la gaîne médiane du tronc basilaire.

» 2°. Des gaînes des artères communicantes postérieures avec l'infundibulum.

» Et pour le courant carotidien et le plexus des six premiers nerfs céphaliques, tant par leurs filets isolés que par leurs filets unis :

» 3°. Le vaste plexus basilaire.

» 4°. Le plexus sus-sphénoïdal et les plexus latéraux pituitaires, anastomosés avec le précédent, et en communication eux-mêmes avec le ganglion central.

» 5°. L'immersion en commun, dans le ganglion pituitaire ou céphalique, des faisceaux du grand sympathique et des filets gris des nerfs céphaliques.

» 6°. La réunion médiane, sur l'artère communicante antérieure, des derniers rameaux du grand sympathique, anastomosés eux-mêmes de chaque côté sur les artères carotide et cérébrales avec les filets émanés du ganglion pituitaire, de l'infundibulum et du plexus des nerfs céphaliques.

» Dans cet ensemble, ce n'est pas moins que tous les points de la masse encéphalique, et les origines des nerfs propres de la face, mis en communication avec l'extrémité céphalique du système nerveux splanchnique; et, si l'on y ajoute la chaîne entière du grand sympathique et de ses annexes, c'est tout le système nerveux central cérébro-spinal en rapport, point par point, avec tout le système nerveux splanchnique. L'anatomie complète ici positivement l'image du canevas sphérique, sans commencement ni fin, que figure le système nerveux dans l'organisme.

» Cette disposition anatomique me semble d'une haute importance. L'étroite connexion mutuelle du ganglion pituitaire et du grand sympathique entre eux et avec les nerfs céphaliques et l'encéphale, vient donner à tous ces organes une signification, tant partielle que d'ensemble, qui rend solidaires les unes des autres, et relie en un seul organisme toutes les parties des deux grands systèmes nerveux de la vie organique et de la vie animale. Et suivant que l'on considère les organes nerveux isolés ou réunis, cette double disposition de demi-indépendance ou de solidarité se prête, en physiologie, à un jeu multiple des combinaisons les plus variées. Elle montre clairement la raison anatomique du *consensus*, aussi prompt que l'éclair, qui se manifeste entre tous les organes nerveux, et surtout entre les organes céphaliques. Elle motive cette influence caractéristique des affections viscérales sur la physionomie, d'où résulte le *facies* propre à chacune d'elles. Si elle n'explique pas dans leurs causes, elle suit au moins dans leurs trajets, par des communications nerveuses, c'est-à-dire qu'elle traduit et localise matériellement les brusques substitutions mutuelles et si variées d'une névralgie à une autre, du même côté ou entre des côtés différents, à proximité ou à distance, d'un nerf cérébro-spinal à son congénère, à un nerf du même genre, ou même à un nerf splanchnique. Elle fait comprendre ces enchaînements si funestes des phlegmasies, causes secondaires les unes des autres; elle explique l'intervention si commune et si

redoutée des accidents cérébraux; enfin elle donne la raison de tous ces retentissements si fréquents et si rapides d'une surface nerveuse à une autre, qui jouent un si grand rôle en physiologie et en médecine. Mais surtout, et c'est là le point essentiel, parce que c'est le fait le plus général auquel se subordonnent tous les autres, cette liaison des centres nerveux psychologiques et de leurs agents avec les organes de la vie végétative, jette une vive lumière sur ces mille influences réciproques et perpétuelles du physique et du moral, causes incessantes de troubles fonctionnels, c'est-à-dire de maladies et de complications qui rendent si complexes la physiologie et la médecine de l'homme. C'est quelque chose, à ce qu'il me semble, que de dépouiller de leur caractère mystérieux tant de phénomènes si graves et si remarquables que, faute d'une liaison nerveuse connue en anatomie, on avait, jusqu'à présent, si vaguement englobés sous la dénomination générique de *sympathies*. Non pourtant que ce mot, dont on a tant abusé, ou son équivalent, puisse être encore, par les seuls progrès de l'anatomie, entièrement banni de la science; dans une chaîne continue on ne voit point de raison anatomique pour que les effets secondaires, ou les échos de sensibilité, se restreignent d'une surface à une autre. Il faudrait donc encore avoir recours aux sympathies, c'est-à-dire aux rapports de sensibilité spéciale entre les nerfs, si l'on voulait expliquer, soit l'action élective des causes morbides et des agents thérapeutiques, soit les influences mutuelles entre les organes formés d'un même tissu; et si l'on cherchait à se rendre compte pourquoi, entre des tissus différents, dans le jeu multiple des fonctions et dans les désordres variés des maladies, les effets dits *sympathiques*, dans une circonstance donnée, s'opèrent invariablement de telle à telle surface nerveuse plutôt que de telle à telle autre. Mais si l'anatomie, par ses seules lumières, est impuissante à éclairer du même coup, avec les corrélations et les mystères des fonctions, les réactions secondaires et les complications des maladies, du moins est-ce déjà beaucoup que, venant en aide à la physiologie et à la médecine, elle puisse leur montrer les voies par lesquelles s'accomplissent tant de phénomènes si complexes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Nouveau Mémoire sur la glucosurie ou diabète sucré; par* M. BOUCHARDAT; 1[re] partie. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« 1. C'est en déterminant par la balance la quantité de chaque aliment

prise par les malades dans les vingt-quatre heures, c'est en mesurant la quantité d'urine rendue dans le même espace de temps, c'est en fixant la proportion de glucose contenue dans cette urine, que j'ai établi, dans mon premier travail sur le diabète, la relation entre la proportion des féculents ingérés par les diabétiques et le glucose contenu dans leurs urines. Je donne, dans ce Mémoire, de nombreux exemples qui confirment complétement cette découverte.

» 2. Quelques personnes se sont fait une idée fort incomplète de mes travaux sur la glucosurie: des médecins m'ont fait dire que ma méthode de traitement consistait principalement dans l'indication du régime animal exclusif; rien n'est moins exact, comme je le démontre dans mon travail. Le point sur lequel j'ai insisté surtout, et qui, en effet, doit de prime abord fixer l'attention, c'est la nécessité pressante, pour les malades atteints de glucosurie, de supprimer ou au moins de diminuer beaucoup la somme des féculents ingérés; mais, ce qui n'a pas une importance pratique moindre, c'est la nécessité de remplacer les aliments féculents nuisibles par d'autres aliments du même ordre physiologique.

» Les féculents et les sucres appartiennent à ce groupe de substances qu'on est convenu d'appeler aujourd'hui les aliments de la respiration; il est donc indispensable de choisir dans ce même groupe les aliments qui doivent remplacer les féculents que le glucosurique ne peut utiliser; les *boissons alcooliques* et les *corps gras,* voilà les substances que j'ai adoptées et sur l'emploi desquelles j'ai toujours insisté.

» 3. Dans mon premier Mémoire sur le diabète, présenté à l'Académie des Sciences le 12 mars 1839, j'ai indiqué qu'il existait de la diastase dans l'estomac des personnes affectées de cette maladie. Je décris, dans le Mémoire que je présente aujourd'hui, les moyens que j'ai employés pour l'obtenir à l'état de pureté. Le procédé que j'ai mis en usage est exactement calqué sur celui que M. Payen a donné pour extraire la diastase de l'orge germé; j'obtiens ainsi une substance qui ne diffère en rien de la diastase de l'orge. Les propriétés dissolvantes de ces matières, provenant d'origine si différente, sont exactement pareilles. Comme la diastase ordinaire, celle qui provient de l'estomac du glucosurique perd toute son action lorsqu'elle est exposée en dissolution à une température de 100 degrés; sa propriété dissolvante est également entravée par les substances qui entravent les propriétés dissolvantes de la diastase, et dont j'ai fait connaître l'action dans mon Mémoire sur la fermentation glucosique. La diastase des glucosuriques est composée d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote; je n'ai pas trouvé une

seule propriété à cette substance qui ne convienne à la substance extraite par M. Payen de l'orge germé, je les regarde donc comme identiques.

» Il me reste à faire connaître les précautions à l'aide desquelles j'ai pu extraire la diastase à l'état de pureté. Dans plusieurs cas, je n'avais pu l'obtenir aussi active que celle de l'orge germé, parce que je n'avais pu moi-même recueillir les matières des vomissements, et les isoler comme il convient de le faire. Le 11 mai 1844, il entra à l'Hôtel-Dieu, dans la salle Sainte-Magdeleine, un homme nommé Debout (Pierre), très-fortement affecté de glucosurie. Deux jours après son arrivée, M. Honoré lui prescrivit de l'ipécacuanha en poudre, à dose vomitive. Cet émétique fut pris le matin à jeun; quelques minutes après, le malade avala deux verres d'eau tiède, et il rendit bientôt, par les vomissements, une égale quantité d'un liquide limpide, qui fut jeté immédiatement sur un filtre, et le produit de la filtration reçu dans de l'alcool rectifié.

» La diastase qui a été extraite des premiers vomissements était parfaitement pure; celle qui fut donnée par les vomissements suivants était infiniment moins active. Au bout de quelques mois ce malade sortit de l'hôpital dans un état très-satisfaisant; mais, ne pouvant se soigner chez lui convenablement, il retomba bientôt et entra à l'Hôtel-Dieu, le 19 novembre; on lui administra encore, quelques jours après son entrée, un émétique, et je pus extraire de ses premiers vomissements de la diastase très-pure.

» Existe-t-il dans le suc gastrique, sécrété dans l'estomac de l'homme ou des animaux bien portants, une substance jouant le rôle de diastase? J'ai expérimenté avec beaucoup de soin l'action du suc gastrique normal et des premières matières des vomissements d'un homme à jeun et en santé, soit sur la fécule intacte, soit sur la gelée d'amidon, soit sur du pain, et je n'ai jamais pu y découvrir la moindre action dissolvante spécifique. Tout ce que j'ai vu à cet égard est parfaitement conforme aux expériences consignées dans l'ouvrage de M. Blondlot et dans notre Mémoire sur la digestion des féculents. Ainsi pour moi c'est un fait pathologique, et non un fait physiologique, que l'existence de la diastase dans le suc gastrique.

» 4. La question la plus importante qui se rapporte au sang des malades affectés de glucosurie est celle qui a trait à l'existence du glucose dans ce sang. Je crois avoir donné, dans mon premier Mémoire, des expériences et des raisonnements qui tranchent cette question controversée; voici une réflexion et des faits que je crois utile de faire connaître.

» Il est une raison très-importante et qui a pu induire en erreur les observateurs qui se sont occupés de rechercher le glucose dans le sang des gluco-

suriques, et qui n'en ont pas trouvé. Le plus souvent, les médecins qui envoient aux chimistes le sang pour l'analyser, attendent vingt-quatre heures pour laisser se former le caillot; pendant ce temps le glucose existant dans le sang peut se convertir en acide lactique. Pour vérifier cette conjecture, j'ai séparé en deux parties du sang glucosurique: la première moitié, analysée immédiatement, m'a donné des traces de glucose; la seconde moitié ne m'en a plus donné le moindre indice après vingt-quatre heures.

» Les occasions où il est utile de saigner les malades affectés de glucosurie sont très-rares, selon moi; cependant cette maladie s'observe quelquefois chez des sujets pléthoriques qui sont tourmentés par des congestions sanguines du côté de l'encéphale; la saignée peut alors être indiquée : voici comme je m'y prends aujourd'hui pour rechercher le glucose.

» Je reçois le sang, au sortir de la veine, dans un flacon gradué contenant quatre fois autant d'alcool rectifié que je dois recueillir de sang. Quand les matières solides du sang sont précipitées, je décante le liquide surnageant, j'exprime le dépôt et je filtre; et, après avoir enlevé l'alcool par distillation, j'achève l'évaporation du liquide au bain-marie. Je reprends le résidu par de l'eau distillée, je filtre et j'évapore aussitôt, jusqu'en consistance sirupeuse. Quelles que soient les précautions que j'aie prises, je n'ai jamais pu extraire du sang du glucose cristallisé. Dans le liquide aqueux décoloré au noir, j'ai cherché, à l'aide de l'appareil de M. Biot, le caractère rotatoire, je n'ai jamais pu le constater; mais le réactif de Frommeherz, l'emploi de la levure de bière me fournirent des preuves aussi nettes que décisives de la présence du glucose.

» 5. J'ai comparé l'alcalinité du sang des malades affectés de glucosurie et des personnes en santé, et je n'ai trouvé aucune différence.

» 6. Les malades affectés de glucosurie meurent quelquefois lentement, souvent aussi ils sont frappés de mort subite. Dans ces deux conditions, je n'ai plus trouvé de glucose, ni dans l'appareil digestif, ni dans le sang, ni dans l'urine; je relate dans mon Mémoire deux observations très-remarquables qui se rapportent à ce fait. Il s'agit de deux malades affectés de glucosurie à un haut degré; les urines de l'un des deux contenaient même $135^{gr},71$ de glucose par litre la veille de sa mort; et, quoiqu'il ait été emporté par une maladie de huit heures, l'urine contenue dans sa vessie, à l'heure de sa mort, n'en renfermait aucune trace; son estomac était cependant rempli d'aliments féculents dont la digestion avait été subitement interrompue. La sécrétion de la diastase, dans l'estomac du glucosurique, s'interrompt aussitôt qu'une maladie incidente grave survient.

» 7. Les glucosuriques digèrent-ils les féculents comme les personnes en santé, ainsi qu'on l'a prétendu ; ou bien existe-t-il des différences fondamentales, comme je l'ai avancé ? La soif des malades affectés de glucosurie est en raison directe des aliments féculents qu'ils ingèrent ; on n'observe rien de pareil chez les personnes en santé : le phénomène de la soif chez les glucosuriques est donc lié avec la digestion des féculents. La quantité d'eau nécessaire à un glucosurique pour lui permettre de digérer la fécule est précisément égale à celle qu'il faut joindre à la diastase pour convertir la fécule en glucose. Si l'on fait vomir un homme en santé et à jeun, la matière des premiers vomissements, mêlée au pain, n'exercera qu'une action dissolvante très-faible ; les matières des vomissements des glucosuriques exercent, au contraire, une action dissolvante très-remarquable, et du glucose peut être décelé avec facilité dans ces solutions. Si l'on recueille les matières vomies par un homme en santé, qui, deux ou trois heures auparavant, a pris un repas féculent, on ne trouvera dans ces matières que des quantités très-faibles de glucose. Si, au contraire, on fait vomir un glucosurique deux heures après un repas féculent, on démontrera avec facilité la présence d'une proportion très-notable de glucose dans ces matières vomies. De ces faits, je conclus que les glucosuriques digèrent autrement les féculents que les personnes en santé. Je pourrais ajouter encore qu'à l'état de santé, l'homme ne digère pas, ou très-mal, la fécule crue, et que j'ai observé deux glucosuriques chez lesquels les grains de fécule étaient aussi facilement attaqués que chez les animaux granivores.

» 8. L'expérimentation directe sur les animaux est venue donner aux faits que je viens d'exposer une nouvelle consécration. Les limites dans lesquelles ces expériences réussissent sont, il faut l'avouer, extrêmement restreintes ; mais on comprendra sans peine qu'il est très-difficile d'instituer des expériences où les conditions qui existent chez un malade atteint de glucosurie soient exactement et continûment remplies.

» J'ai, dans les sept expériences que j'ai relatées dans mon Mémoire, fait avaler à quatre chiens et à trois lapins un repas féculent copieux, après avoir mélangé de la diastase à ces féculents, et, dans cinq expériences sur sept, la présence du glucose a été constatée dans les urines ; et je dois ajouter, pour donner à ces faits toute leur valeur, qu'à plusieurs reprises j'ai analysé les urines de ces mêmes animaux, après des repas simplement féculents, et que jamais je n'y ai trouvé la moindre trace de glucose.

» 9. Les moyens hygiéniques dominent, selon moi, le traitement de la glucosurie ; ceux qui ont le plus d'importance se rapportent à l'alimentation, aux vêtements, à l'exercice.

» La première règle à observer dans l'alimentation d'un malade affecté de glucosurie, c'est la suppression, ou au moins une diminution considérable dans la quantité d'aliments féculents. Cette suppression ou cette diminution forme la base du traitement. Les aliments qui doivent être permis sont très-nombreux, j'en fais l'énumération dans mon Mémoire. Il n'est pas nécessaire de conseiller aux malades affectés de glucosurie une nourriture exclusivement animale; il est de beaucoup préférable de varier le régime autant que possible, pour ne point causer le dégoût et l'anorexie. La privation de pain et d'aliments féculents est vivement sentie par les malades affectés de glucosurie, et, si on ne trouvait le moyen de tromper ce désir, très-peu résisteraient à cette incessante tentation. Depuis plus de trois ans que j'emploie le pain de gluten, son utilité ne s'est jamais démentie; c'est un adjuvant qui m'a été précieux dans un grand nombre de cas de glucosurie. Quelques personnes ont voulu trouver dans le pain de gluten un remède exclusif; telle n'a jamais été ma pensée: j'ai cherché uniquement un aliment qui pourrait remplacer le pain sans avoir ses inconvénients pour ces malades, et ce but, je crois l'avoir atteint.

» Le vin joue un rôle considérable dans le traitement de la glucosurie, et j'ai la ferme conviction que j'ai rendu à ces malades un service peut-être aussi grand, en remplaçant pour eux les aliments féculents par les boissons alcooliques, qu'en démontrant que l'abstinence des féculents leur était indispensable.

» **10.** Les médicaments jouent un rôle secondaire dans le traitement de la glucosurie; j'ai pu, comme je l'expose dans les observations particulières, soigner heureusement plusieurs malades qui n'ont eu recours qu'aux modificateurs hygiéniques; cependant j'ai souvent éprouvé que le carbonate d'ammoniaque, aidé d'une préparation opiacée, tonique et stimulante, contribuait puissamment, dans les cas rebelles, à ramener à l'état normal les urines des glucosuriques.

» **11.** Dans mon Mémoire sur la fermentation glucosique, j'ai étudié avec détail l'influence de divers agents sur l'action de la diastase sur l'amidon. Ces recherches étaient entreprises dans le but d'éclairer le traitement de la glucosurie; en effet, si ce que j'ai observé sur la nature de cette maladie est exact, en employant convenablement les agents qui s'opposent à la transformation glucosique, on peut espérer aussi empêcher cette transformation dans l'estomac. La solution de ce problème aurait surtout de l'importance pour les malades qui, forcés de travailler pour vivre, ne peuvent, avec leurs forces épuisées, gagner un salaire suffisant pour pourvoir aux dépenses

extraordinaires et journalières qu'impose le traitement hygiénique, qui seul est constamment efficace. Quelles sont les substances qui s'opposent à la fermentation glucosique, et qu'on peut impunément introduire dans l'estomac en proportion modérée, lorsqu'elles sont convenablement étendues d'eau? Si l'on consulte mon Mémoire, on trouve les alcalis caustiques, potasse et soude, les terres alcalines, chaux et magnésie, les acides puissants, tels que le sulfurique, le nitrique, le phosphorique, le chlorhydrique, l'oxalique, l'alun. Si l'on consulte maintenant les auteurs qui ont écrit sur ce sujet, on voit que toutes les substances propres à entraver la transformation glucosique, et qui peuvent être impunément introduites dans l'estomac, ont été préconisées par de graves autorités, et plusieurs observateurs sont souvent d'accord sur leur efficacité. Ces faits concordent parfaitement avec les opinions que j'ai exposées, et cependant je dois dire que j'ai répété tous ces essais avec une grande persévérance : l'observation attentive m'a montré qu'aucun de ces agents n'avait une utilité absolue. Dans les cas les plus heureux, je n'ai observé qu'une simple diminution dans les symptômes; je dois ajouter que ces essais étaient toujours dirigés contre des glucosuries rebelles. Ces résultats négatifs se comprennent facilement; en effet, lorsqu'on emploie les alcalis ou les terres alcalines, les acides continuellement sécrétés dans l'estomac les ont bientôt neutralisés, et leurs effets sont anéantis. Quand on donne la préférence aux acides forts, on est contraint de les prescrire à un état de dilution tel, que leur influence retardatrice est beaucoup moins puissante, et puis les liquides qui affluent dans l'estomac les ont bientôt encore étendus davantage, et leur action est alors très-limitée. Quoi qu'il en soit, si dans l'application on trouve des difficultés, comme le principe est exact, il faut espérer de bons résultats en suivant cette voie. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse de* MM. **Bouchardat** *et* **Sandras** *à la nouvelle réclamation de* M. Mialhe, *insérée dans le* Compte rendu *de la séance dernière.*

« Le 20 janvier, nous avons eu l'honneur de lire à l'Académie notre Mémoire sur la digestion des féculents; dans la séance suivante, M. Mialhe a adressé une réclamation à laquelle nous avons répondu dans celle du 3 février. M. Mialhe a répliqué dans la séance suivante : nous pensions que cette discussion était épuisée; mais M. Mialhe revient encore sur le même sujet. Nous ne comprenons rien à cette nouvelle réclamation, en présence de la déclaration positive que nous avons faite : *Que nous n'avons jamais eu la prétention de nous attribuer les idées émises par M. Mialhe.* Nous ajoutions,

il est vrai, que ces idées n'appartenaient pas plus à lui qu'à nous; qu'elles avaient reçu, il y a plus de vingt ans, une démonstration expérimentale par M. Chevreul, et qu'on les avait si bien appliquées, avant M. Mialhe, à la destruction des matières organiques dans le sang, que MM. Dumas et Boussingault avaient dit, en faisant allusion à ce travail de M. Chevreul : *C'est à M. Chevreul que l'on doit attribuer la véritable théorie de la respiration des animaux.* (Statique chimique des êtres organisés, 3e édition, dernière page.)

» Au reste, pour clore ce débat, nous renvoyons à la Note insérée dans le *Compte rendu* du 15 avril 1844, qui se rapporte à ce sujet, et où se trouvent, comme M. Mialhe le dit, *ses idées, ses recherches, ses théories* sur l'action des alcalis sur les matières sucrées et amiloïdes, et à notre Mémoire que nous avons cité en commençant. Nous avons continué nos recherches sur la digestion, et nous soumettrons prochainement à l'Académie les résultats que nous avons obtenus. »

(Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. Mialhe.)

CHIMIE. — *Note relative à une communication récente de* MM. Danger *et* Flandin, *et à diverses autres communications des mêmes auteurs sur la recherche des poisons minéraux introduits dans l'économie; par* M. **Orfila**.

« En rendant compte de la séance de l'Académie de lundi dernier, un journal annonce, d'après MM. Flandin et Danger, que l'inventeur d'un certain rob aurait été condamné par les tribunaux, parce que les experts, ayant fait usage de la pile de Smithson, auraient conclu à l'existence du mercure dans ce rob, alors que cet instrument, mal employé par ces experts, ne pouvait donner que des résultats fautifs.

» J'étais rapporteur de la Commission chargée d'examiner ce rob, et j'affirme que tout cela est controuvé. Avant la rédaction du Rapport, les experts savaient très-bien que la pile de Smithson, employée comme l'avait indiqué son auteur, était un appareil infidèle; ils savaient aussi que le rob dont il s'agit ne contenait pas un atome de mercure. Il me suffira, pour justifier mon assertion, de citer textuellement la première conclusion du Rapport rédigé le 1er mai 1829, et signé par MM. Pelletier, Chevallier et moi. Voici cette conclusion :

« 1°. Ni le sirop dépuratif régénérateur du sang, ni le rob antisyphiliti- » que, ni la mixture, débités par M. ***, *ne contiennent aucune préparation*

» *mercurielle* ni aucune substance vénéneuse. » (*Voyez* au greffe de la Cour royale. Pièce enregistrée sous le n° 6925. Année 1829, 16 juin.)

» Peu de temps après la rédaction du Rapport, je publiai un travail sur la pile de Smithson, dans lequel je faisais connaître les diverses causes d'erreurs auxquelles pouvait donner lieu l'emploi de cette pile, ainsi que les précautions qu'il importait de prendre pour éviter ces erreurs; ces précautions sont exactement les mêmes que celles qui viennent d'être indiquées par MM. Flandin et Danger seize ans plus tard. L'Académie pourra s'en convaincre en lisant mon Mémoire, inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique* (tome XLI, page 92, année 1829), et tous les ouvrages que j'ai publiés depuis cette époque.

» Qu'il me soit permis à cette occasion d'adresser à l'Académie la prière de vouloir bien hâter la présentation du Rapport de la Commission chargée de lui rendre compte des travaux de MM. Flandin et Danger. Des erreurs graves ont été débitées par ces messieurs, et bien des faits ont été donnés par eux comme nouveaux, quoique je les eusse publiés depuis longtemps. En propageant ces erreurs, la presse quotidienne tend à faire accepter comme vrai ce qui ne l'est pas; les jurés et les magistrats ne savent plus quel parti prendre au milieu d'assertions aussi contradictoires.

» Déjà, dans deux de mes communications, j'ai appelé l'attention de l'Académie sur ce point, et je me suis mis à sa disposition pour démontrer l'exactitude de ce que j'avais avancé. Il appartient à un corps savant aussi haut placé dans l'opinion publique, de substituer la vérité à l'erreur, et de rendre à chacun ce qui lui est dû. »

(Renvoi à la Commission des poisons minéraux.)

M. **Barse** adresse des remarques critiques sur diverses communications de MM. *Danger* et *Flandin*, relatives à des moyens destinés à faire reconnaître la présence de poisons minéraux introduits dans l'économie animale. M. Barse, d'une part, soutient que ces deux auteurs se sont attribué des découvertes qui réellement appartiennent à d'autres, comme lorsqu'ils ont annoncé, en 1842, pour fait nouveau, la concentration des poisons dans le foie, bien que le fait eût été publié, dès l'année 1840, par M. Orfila; de l'autre part, il combat, comme inexactes, certaines propositions qu'il dit avoir été soutenues par eux; telles sont les suivantes : 1° que, sans contenir d'arsenic, certaines taches peuvent offrir les caractères physiques et la plupart des réactions chimiques des véritables taches arsenicales; 2° que les terrains des cimetières ne

contiennent point d'arsenic; 3° que les animaux empoisonnés n'urinent point; 4° qu'il n'existe point de cuivre dans les organes de l'homme à l'état normal; 5° que dans le sang des animaux empoisonnés, on ne retrouve point le poison; enfin il proteste également contre cette assertion que, dans les expertises judiciaires, il est préférable de fractionner les matières, et qu'il suffit, par exemple, d'opérer sur 100 grammes d'un foie pour constater la présence d'un poison.

(Renvoyé à l'examen de la Commission des poisons minéraux.)

M. Guillon demande qu'un *lithotriteur* et une *sonde évacuatrice,* qu'il avait déjà précédemment présentés à l'Académie, soient admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie Montyon. Après avoir rappelé les applications qu'il a faites de ces deux instruments, employés concurremment, en présence de la Commission qui lui avait été d'abord désignée, il insiste sur les dispositions qui rendent, suivant lui, son brise-pierre préférable à ceux qu'on employait auparavant.

« Les différences consistent, 1° dans la forme des cuillers; 2° dans l'armature et dans l'arrangement du levier qui permet d'agir avec une force de pression suffisante pour éviter, dans presque tous les cas, la percussion, mode d'action très-pénible pour le malade, et qu'il faut toujours chercher à éviter; 3° par la présence d'une pièce centrale, l'*évacuateur,* au moyen de laquelle, sans retirer le lithotriteur de la vessie, on dégage ses mors de tout le détritus qui s'y accumule. L'addition de cette pièce, ajoute l'auteur, offre un double avantage : d'une part, elle permet ainsi de rendre au lithotriteur, avant sa sortie de la vessie, le volume qu'il avait lorsqu'on l'y a introduit; de l'autre, elle diminue la gravité d'un accident qui n'est pas rare, la rupture de l'instrument. Si, en effet, sous une très-forte pression, la branche femelle vient à se briser, le fragment est retenu par l'évacuateur qui en rend l'extraction facile. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Siret, dont les recherches concernant la *désinfection des matières fécales* ont été, au dernier concours pour le prix des Arts insalubres, jugées dignes d'une récompense, adresse aujourd'hui une Note sur un perfectionnement qu'il croit avoir apporté à son procédé.

« Traitées par le sulfate de fer, les matières fécales sont, dit-il, instantanément désinfectées, ainsi que je l'avais annoncé, et comme l'a reconnu la

Commission à l'examen de laquelle mon procédé a été soumis; mais les parties gélatineuses et albumineuses, qui sont des parties constituantes de ces fécès, échappent à l'action de ce sel, et les nouveaux composés auxquels elles donnent naissance occasionneraient plus tard des exhalaisons fâcheuses si l'on ne parvenait à en prévenir la fermentation; or, j'ai reconnu qu'on atteint complétement ce but en ajoutant à la masse préalablement désinfectée par le sulfate de fer une certaine proportion de chaux vive en poudre. »

(Commissaires, MM. Dumas, Regnault, Payen.)

M. Villeneuve soumet au jugement de l'Académie un appareil qu'il désigne sous le nom de *congélateur*, et au moyen duquel on peut faire en tous lieux et en toutes saisons de la glace artificielle. « L'utilité de cet appareil, fait remarquer M. Villeneuve, n'est pas bornée aux seuls besoins de l'économie domestique, et elle est encore plus manifeste pour les besoins de la médecine et de la pharmacie. »

(Commissaires, MM. Pouillet, Babinet, Francœur.)

M. Morel-Lavallée adresse pour le même concours un travail ayant pour titre: *Faits cliniques pour servir à la physiologie normale et pathologique de l'appareil respiratoire.*

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Rabet demande que de précédentes communications qu'il a faites sur une *Méthode pour apprendre à lire aux sourds-muets et pour réformer la prononciation des bègues*, soient admises au concours de Médecine et de Chirurgie.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Patot, qui avait précédemment envoyé divers Mémoires d'économie rurale et d'économie domestique, dont deux étaient relatifs à des moyens pour prévenir les ravages de certains insectes, demande qu'un entomologiste fasse partie de la Commission qui aura à faire un Rapport sur ces Mémoires. En même temps qu'il adresse cette demande, M. Patot présente un nouveau Mémoire relatif à des *moyens propres à augmenter la quantité des engrais et à les rendre plus actifs*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle est adjoint M. Milne Edwards.)

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens** présente, au nom des auteurs, MM. **Deboutteville** et **Parchappe**, l'un directeur, l'autre médecin en chef de l'Asile des aliénés de la Seine-Inférieure, une *Notice statistique* sur cet établissement, pour la période comprise entre le 11 juillet 1825 et le 31 décembre 1843. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

Conformément au désir exprimé par les deux auteurs, cet ouvrage est renvoyé au concours pour le prix de Statistique.

CHIMIE. — *Sur une nouvelle classe de composés organiques; par* M. **Gerhardt**.

« Dans un Mémoire (*) publié en 1839, j'ai essayé de formuler, d'une manière générale et précise, les nombreux phénomènes que présentent, en chimie organique, les substitutions par les corps composés. En m'appuyant sur un grand nombre de faits, j'ai avancé que, dans les substitutions d'un corps composé à un corps simple, ce dernier n'était pas purement et simplement déplacé, mais que la réaction s'établissait toujours de telle sorte *qu'une élément* (hydrogène) *de l'un des corps s'unissait à un élément* (oxygène) *de l'autre corps pour former un produit* (eau) *qui s'éliminait, tandis que les éléments restants demeuraient en combinaison.*

» Ce principe, que je désignerai à l'avenir sous le nom de *loi des résidus*, s'applique, dans toute sa rigueur, à la formation des corps nitrogénés, des amides, des éthers, des sels, etc.; je ne connais pas un seul fait qui lui soit contraire. Des considérations sur la constitution moléculaire des corps (**) ont conduit M. Mitscherlich à renouveler en 1841, sous une autre forme, cette proposition que j'avais émise deux ans auparavant.

» La loi des résidus rendait entièrement inutile l'adoption de tous ces radicaux hypothétiques, de tous ces êtres imaginaires sur lesquels les partisans des idées électro-chimiques basaient le raisonnement dans les réactions; et, pour citer un exemple bien saillant, elle expliquait parfaitement pourquoi le chlore et par conséquent l'hydrogène pouvaient être remplacés par NH^2, l'oxygène par NH, dans les réactions déterminées par l'ammoniaque. Cette explication, simple et précise, excluait l'existence du radical amidogène et de tout autre corps hypothétique. En effet, d'après la loi des résidus, l'ammo-

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXII, p. 184.

(**) *Comptes rendus mensuels de l'Académie de Berlin;* février 1841.

niaque, en qualité de corps hydrogéné, sollicitait l'oxygène ou le chlore (brome, iode) des matières organiques, pour former soit H^2O, soit HCl qui s'éliminait; le résidu des éléments de l'ammoniaque qui demeurait alors en combinaison avec le résidu des éléments de la matière organique, était NH ou NH^2, suivant que l'élimination avait été H^2O, ou HCl. On a effectivement, ΔO et ΔCl représentant deux matières organiques:

$$[\Delta O] + [NHH^2] = H^2O + [\Delta NH],$$
$$[\Delta Cl] + [NH^2H] = HCl + [\Delta NH^2].$$

» M. Laurent avait donc parfaitement raison quand il introduisit l'*imide* NH dans la notation des formules; et même, il faut le dire, en considérant les métamorphoses qui ont été étudiées, on remarque que les cas où se présente le résidu NH sont de beaucoup plus nombreux que ceux où l'on rencontre NH^2, le soi-disant amidogène; bien plus, la combinaison (l'oxamide) qui a servi à établir l'ancienne théorie des *amides* ne renferme pas cet amidogène, mais il y a le résidu NH. En effet, si l'on représente par ΔO^2 1 équivalent d'acide oxalique ($\Delta = C^2H^2O^2$), et par Am le résidu NH, on a :

Formation de l'oxamide.

$$[\Delta O^2] + 2H^2Am = 2H^2O + [\Delta Am^2].$$

Formation de l'acide oxamique.

$$[\Delta O^2] + H^2Am = H^2O + [\Delta OAm].$$

» Je ne connais que deux ou trois cas (benzamide par le chlorure de benzoïle, urétane et uréthylane par l'éther chloroxycarbonique) où le résidu soit véritablement représenté par NH^2.

» D'après cette manière de formuler, l'oxamide est donc de l'acide oxalique, dans lequel O^2 est remplacé par le résidu Am^2; de même l'acide oxamique est de l'acide oxalique, dans lequel un seul O est remplacé par le résidu Am :

Acide oxalique	$C^2H^2O^4$
Oxalates neutres ...	$C^2M^2O^4$
Oxalates acides	$C^2\begin{matrix}M\\H\end{matrix}O^4$
Oxamide.........	$C^2H^2\begin{matrix}O^2\\Am^2\end{matrix}$
Acide oxamique ...	$C^2H^2\begin{matrix}O^3\\Am\end{matrix}$
Oxamates	$C^2\begin{matrix}H\\M\end{matrix}\begin{matrix}O^3\\Am\end{matrix}$

» Si, dans les circonstances convenables, on ramène, aux composés formés par la réunion de semblables résidus, les éléments qui avaient été éliminés lors de la réaction, on *régénère* les composés primitifs. On sait que les amides régénèrent alors l'ammoniaque et leurs acides respectifs.

» L'alcool et ses homologues se comportent comme l'ammoniaque; comme elle, ils agissent par leur hydrogène sur les corps oxygénés ou sur les corps chlorés, en donnant lieu à une élimination de H^2O ou de HCl, tandis que les éléments restants constituent des *éthers*. Les éthers neutres correspondent aux amides neutres, les acides viniques ou éthers acides aux acides amidés. On a donc aussi, E représentant le résidu $C^2H^6O - H^2$,

$$\text{Éther oxalique.....}\quad C^2H^2\begin{matrix}O^2\\E^2\end{matrix}$$

$$\text{Acide oxalovinique.}\quad C^2H^2\begin{matrix}O^3\\E\end{matrix}$$

$$\text{Oxalovinates......}\quad C^2\begin{matrix}H\\M\end{matrix}\begin{matrix}O^3\\E\end{matrix}$$

» M. Dumas a même obtenu des corps renfermant à la fois le résidu de l'alcool et le résidu de l'ammoniaque; parmi ces composés, il faut surtout nommer

$$\text{L'oxaméthane. . .}\quad C^2H^2\begin{matrix}O^2\\Am,\\E\end{matrix}$$

qui est, comme on voit, l'éther oxamique (Balard) ou l'amide oxalovinique.

» Cette manière de considérer les amides et les éthers m'a conduit à la découverte d'une nouvelle classe de composés organiques dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie. Ces composés sont formés par le résidu d'un alcali organique; je les désignerai sous le nom générique d'*anilides*. Ce sont des corps semblables aux amides, formés dans les mêmes circonstances, et régénérant, par les acides ou les alcalis minéraux concentrés, non de l'ammoniaque, mais de l'aniline. J'ai obtenu deux anilides en décomposant l'oxalate d'aniline par la chaleur.

Décomposition de l'oxalate d'aniline à une température élevée

» L'oxalate neutre d'aniline employé à ces expériences a été préparé, d'après le procédé de M. Hofmann, en mélangeant l'aniline avec une solu-

tion d'acide oxalique dans l'alcool; le sel a été lavé avec de l'alcool, et desséché au bain-marie.

» Quand on chauffe ce sel au bain de sable, il commence déjà à se décomposer à quelques degrés au-dessus de 100 degrés; il fond et entre en ébullition en dégageant de l'eau, de l'acide carbonique et de l'aniline; ce n'est que dans les dernières portions de gaz, quand la chaleur est portée à 160 ou 180 degrés, qu'on reconnaît la présence d'un peu d'oxyde de carbone. On n'a pas besoin de chauffer plus fort; quand le dégagement de gaz a cessé, on a un résidu liquide, parfaitement limpide, et plus ou moins coloré en rouge, suivant la pureté du sel employé (on sait que les sels d'aniline prennent tous à l'air une teinte rouge). Dès qu'on le retire du bain, il se concrète en une masse butyreuse, chargée de beaux cristaux; ce résidu est un mélange de deux corps nouveaux, l'*oxanilide* et la *formanilide*, que je vais décrire.

Oxanilide.

» Pour isoler cette substance, on épuise à froid, avec de l'alcool, le résidu de l'action de la chaleur sur l'oxalate d'aniline. L'alcool se charge de toute la formanilide et laisse l'oxanilide à l'état de paillettes nacrées, parfaitement blanches, si l'on a opéré avec un sel pur, et qui ressemblent à de l'acide borique.

» L'oxanilide, ainsi obtenue, fond à 245 degrés, et se prend, par le refroidissement, en une masse radiée; elle entre en ébullition à 320 degrés, et distille en plus grande partie, sans altération; elle se sublime déjà à une température inférieure, en donnant de fort belles paillettes irisées; sa vapeur est âcre comme celle de l'acide benzoïque.

» Elle est insoluble dans l'eau, même bouillante. L'alcool ne la dissout pas non plus à froid; bouillant, il en dissout une petite quantité qui se dépose, par le refroidissement, en paillettes micacées. Elle est insoluble dans l'éther.

» Les acides et les alcalis, étendus et bouillants, ne l'attaquent pas; mais la potasse concentrée et bouillante en développe de l'aniline, et se convertit en oxalate; la décomposition est surtout prompte, si l'on emploie de la potasse en fusion. L'aniline se développe alors à l'état d'une huile incolore qui présente les réactions si caractéristiques avec l'acide chromique et le chlorure de chaux.

» Plusieurs analyses faites sur des produits de préparation différente m'ont conduit exactement à la formule

$$C^{24}H^{12}N^2O^2,$$

qui équivant évidemment à

$$[C^2H^2O^4,\quad 2C^6H^7N] - 2H^2O.$$

C'est donc de l'acide oxalique dans lequel 2O ont été enlevés par $2H^2$, et remplacés par le résidu $2(C^6H^7N - H^2) = An^2$:

$$\text{Oxanilide. . .}\quad C^2H^2\,\genfrac{}{}{0pt}{}{O^2}{An^2}.$$

Au surplus, j'ai constaté que, si l'on chauffe l'oxamide avec de l'acide sulfurique concentré, il se développe, sans que la matière noircisse, un mélange de volumes égaux d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Si l'on ajoute une petite quantité d'eau au résidu, il se prend en une masse blanche et cristalline, entièrement soluble dans une plus grande quantité d'eau; cette matière prend, par l'acide chromique, une teinte rouge foncé, comme celle des sulfocyanures par les persels de fer, et ne paraît être autre chose que la *sulfanilide;* car,

$$C^2H^2\,\genfrac{}{}{0pt}{}{O^2}{An^2} + SH^2O^4 = H^2O + CO + CO^2 + SH^2\,\genfrac{}{}{0pt}{}{O^2}{An^2}.$$

» Je ne l'affirmerai cependant pas positivement. Quoi qu'il en soit, les réactions précédentes prouvent, d'accord avec l'analyse, que mon nouveau produit est un homologue de l'oxamide, renfermant le résidu de l'aniline à la place du résidu de l'ammoniaque.

Formanilide.

» Nous avons vu tout à l'heure que la formation de l'oxanilide est accompagnée de celle d'un autre corps qui se dissout dans l'alcool. On chauffe la solution pour en chasser la plus grande partie du véhicule, et on fait bouillir avec de l'eau; de cette manière, la petite quantité de matière brune ou rouge, qui a pu se former par l'altération du sel d'aniline à l'air, se sépare à l'état insoluble, et l'on a en dissolution de la formanilide parfaitement pure. Si l'on évapore davantage la solution aqueuse, la formanilide se sépare peu à peu à l'état de gouttelettes huileuses et incolores qui se réunissent au fond du vase; ce produit conserve l'état liquide, même après le refroidissement; aussi ne faut-il pas pousser l'évaporation jusqu'au point où les gouttelettes huileuses commencent à se séparer. Il vaut mieux abandonner la solution saturée à l'évaporation spontanée.

» La formanilide se dépose alors peu à peu en prismes rectangulaires

très-aplatis et terminés en pointe comme des fers de lance; ces cristaux sont ordinairement très-longs et enchevêtrés; j'en ai eu deux ou trois fois qui avaient plus de 3 centimètres de long et qui étaient parfaitement déterminés. Leur ressemblance avec les cristaux de l'urée est si grande, que je les prenais pour l'urée anilique (la carbanilide), avant que l'analyse m'en eût fait saisir la véritable nature.

» Ce corps est assez soluble dans l'eau, surtout à chaud, mieux encore dans l'alcool; la solution aqueuse a une saveur légèrement amère et n'agit pas sur les papiers réactifs. A l'état sec, il fond à 46 degrés; la matière fondue peut être refroidie bien au-dessous de cette température avant de se concréter, mais il suffit alors de l'agiter avec une baguette pour que la solidification se fasse immédiatement. Dans l'eau il fond encore plus aisément, et, chose singulière, il reste alors liquide, même pendant plusieurs jours. Au bain-marie, il émet déjà des vapeurs.

» A froid, les acides et les alcalis étendus n'agissent pas sur ce corps; cependant la décomposition se fait à la longue, et encore plus promptement si l'on fait bouillir. Ainsi, par exemple, l'acide chromique étendu ne le colore pas, le mélange ne verdit qu'au bout d'un temps assez long; mais si l'on a fait bouillir préalablement la formanilide, pendant quelques secondes seulement, avec de l'acide sulfurique, l'acide chromique y détermine immédiatement la réaction caractéristique de l'aniline.

» A froid, la potasse étendue ne l'altère pas; mais quelques secondes d'ébullition avec cet agent suffisent pour mettre de l'aniline en liberté. De même, l'acide sulfurique étendu n'y agit pas à froid; quand on chauffe, il se développe l'odeur caractéristique de l'acide formique; et, si l'on condense les vapeurs, on trouve que le liquide acide réduit le nitrate d'argent.

» Enfin, je me suis assuré aussi que la formanilide, chauffée avec de l'acide sulfurique concentré, développe de l'oxyde de carbone pur, sans noircir, tandis que le résidu renferme le même corps fourni, dans ces circonstances, par l'oxanilide, et que je considère provisoirement comme la sulfanilide.

» L'analyse directe est venue corroborer les résultats précédents, en me donnant les rapports suivants :

$$C^7H^7NO,$$

qui font de la formanilide un isomère de la benzamide, mais qui correspondent à

$$[CH^2O^2,\ C^6H^7N] - H^2O,$$

c'est-à-dire à de l'acide formique dans lequel O est remplacé par le résidu $(C^6H^7N - H^2) = An$:

$$\text{Formanilide}\ldots\ CH^2 \begin{matrix} O \\ An \end{matrix}.$$

Interprétation de la réaction.

» La formation de la formanilide qui accompagne celle de l'oxanilide ne doit pas nous surprendre, puisque l'acide oxalique donne lui-même de l'acide formique quand on le soumet à la distillation sèche. Mais voyons si les autres produits de la réaction permettent de l'exprimer par une équation simple.

» J'ai dit qu'outre l'oxanilide et la formanilide, on recueillait de l'acide carbonique, de l'eau, de l'aniline, et vers la fin de l'opération, de l'oxyde de carbone.

» L'oxalate neutre d'aniline est

$$[C^2H^2O^4,\ 2C^6H^7N] = C^{14}H^{16}N^2O^4.$$

On a donc

$$C^{14}H^{16}N^2O^4 = 2H^2O + \underbrace{C^{14}H^{12}N^2O^2}_{\text{Oxanilide.}}$$

$$= H^2O + CO^2 + \underbrace{C^6H^7N}_{\text{Aniline.}} + C^7H^7NO$$

$$\underbrace{C^7H^7NO}_{\text{Formanilide.}} = CO + \underbrace{C^6H^7N.}_{\text{Aniline.}}$$

Benzanilide.

» J'ai fait remarquer plus haut que, dans les cas où l'ammoniaque attaque des corps chlorés, il se produit des amides dans lesquelles le résidu $(NH^3 - H)$ remplace Cl; en désignant ce résidu par Am′, on a

$$\text{Benzamide}\ldots\ldots\ldots\quad C^7 \begin{matrix} H^5 \\ Am' \end{matrix} O$$

$$\text{Chlorure de benzoïle}\ldots\quad C^7 \begin{matrix} H^5 \\ Cl \end{matrix} O$$

Or, le résidu Am′ équivaut à AmH, et comme Am remplace lui-même O, il est évident que la benzamide pourrait aussi se formuler avec les corps suivants :

$$\text{Acide benzoïque}\ldots\ldots\ldots\quad C^7H^6\ O^2$$

$$\text{Éther benzoïque}\ldots\ldots\ldots\quad C^7H^6 \begin{matrix} O \\ E \end{matrix}$$

$$\text{Benzamide}\ldots\ldots\ldots\ldots\quad C^7H^6 \begin{matrix} O \\ Am \end{matrix}$$

» On sait, en effet, que la benzamide s'obtient non-seulement avec l'ammoniaque et le chlorure de benzoïle, mais encore avec l'éther benzoïque et l'ammoniaque (Deville).

» J'ai préparé l'homologue de la benzamide dans la série anilique, à l'aide du chlorure de benzoïle et de l'aniline. Dès que ces deux corps, préalablement desséchés, arrivent en présence, ils se combinent en s'échauffant; la masse rougit et se prend en une masse cristalline. On la lave d'abord avec de l'eau bouillante qui extrait le chlorhydrate d'aniline, puis avec de l'eau légèrement alcalisée, afin d'extraire les dernières traces de l'acide benzoïque qui auraient pu se trouver dans le chlorure de benzoïle, et finalement, on fait cristalliser dans l'alcool.

» La benzanilide s'obtient ainsi, par l'évaporation spontanée, en paillettes nacrées insolubles dans l'eau. Les acides et les alcalis étendus et bouillants ne l'attaquent pas; mais la potasse fondante en développe de l'aniline et se convertit en benzoate. D'ailleurs, l'analyse a conduit à la formule

$$C^{13}H^{11}NO,$$

qui est évidemment

$$C^7(H^5Cl)O + C^6H^7N - HCl,$$

c'est-à-dire

$$C^7 \begin{matrix} H^5 \\ An' \end{matrix} O \quad \text{ou bien} \quad C^7H^6 \begin{matrix} O \\ An \end{matrix}.$$

» Les résultats que je viens d'exposer ouvrent une voie nouvelle aux investigations de chimie organique, et renferment les preuves les plus directes en faveur de la loi des résidus, par laquelle j'ai formulé les phénomènes si variés et si fréquents que présentent les substitutions par les composés. Je ne me bornerai pas à ces preuves; dans un prochain Mémoire j'espère en donner de nouvelles. »

ORGANOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'accroissement de la tige des palmiers, et sur la décurrence des feuilles.* (Extrait d'une Lettre de M. **Martius** à M. *Flourens*.)

« Permettez-moi de vous présenter quelques feuilles du *Bulletin* de notre Académie, dans lesquelles j'ai déposé les résultats de mes recherches sur l'accroissement de la tige des Palmiers et sur la décurrence des fibres. On pourra réduire ces résultats aux points suivants:

» 1°. La tige des Palmiers ne contient plus de fibres que celles qui sont destinées à rentrer tôt ou tard dans les feuilles.

» 2°. Les fibres naissent sur la cime de la tige, *in nucleo gemmæ, vel in phyllophoro Mirbelii,* entre le parenchyme nouveau et plastique qu'y forme une couche particulière conique, couvrant, en entonnoir, les parties plus âgées. Elles naissent toujours extérieurement par rapport aux autres, qui sont déjà formées, et un peu plus haut.

» 3°. Les points de naissance des fibres sont prédisposés organiquement; on trouve, dans ces points, les fibres couchées obliquement, et convergeant par leurs bouts supérieurs. Elles s'allongent des deux bouts, c'est-à-dire qu'*elles croissent de bas en haut et de haut en bas.*

» 4°. L'extrémité supérieure de ces fibres est dirigée vers la base d'une jeune feuille; celle-ci naît sous la forme d'un repli (*plica, crista*) celluleux dans le centre du bourgeon, et elle est conduite vers la périphérie en s'agrandissant.

» 5°. L'extrémité inférieure se prolonge obliquement en bas, et aboutit, sous la forme d'un filet extrêmement mince et exclusivement parenchymateux, dans une couche périphérique. Cette couche est totalement différente du liber des Dicotylédones, par rapport à l'histoire de son développement; on peut pourtant la comparer à ce système organique par rapport à ses éléments constituants.

» 6°. Le point où l'extrémité supérieure du filet entre dans la feuille se trouve, ou sur le même côté de la tige par lequel il fait sa décurrence, ou sur le côté diamétralement opposé. Dans ce second cas, la fibre passe par toute la tige.

» 7°. Il y a nécessairement des décussations pour chaque filet. Les uns traversent les autres dans la partie centrale de la tige, les autres en se courbant brusquement pour entrer dans une feuille sur le côté même de leur naissance.

» 8°. L'accroissement s'opère dans une solidarité organique entre la formation des organes élémentaires et les lois de la position des feuilles. C'est surtout cette *position* et la *succession* des systèmes de la phyllotaxis (lesquelles s'augmentent généralement par des complications spécifiques dans chaque espèce de Palmiers), que nous devons envisager comme les conditions des modifications dans la décurrence des fibres et la formation du bois (1).

» 9°. La partie la plus ancienne des filets ne se trouve pas à leur extrémité,

---

(1) J'ai démontré comment les quatre formes de la tige des Palmiers, définies par M. Mohl, doivent leur organisation différente à la condition de la phyllotaxis, au nombre, à la longueur des interrodes, etc.

ni supérieure ni inférieure; ils ont leur développement le plus complet dans la partie moyenne de leur décurrence. En bas, ils consistent seulement en cellules parenchymateuses; à leur extrémité supérieure, ils se divisent en plusieurs vaisseaux plus fins qui entrent dans les feuilles.

» 10°. L'extrémité inférieure ne va pas jusqu'aux racines; elle ne dépasse pas le collet, où il y a la séparation organique du *descensus* et de l'*ascensus*.

» 11°. La tige devient plus ligneuse et plus dure au moyen de l'accroissement des fibres qui montent et qui font leurs décussations, et également le parenchyme entre les fibres devient plus épais et plus dur. Le durcissement s'opère en raison directe de l'âge de l'arbre; et comme les éléments organiques formés les premiers et homologues se trouvent groupés à la périphérie, la tige est plus dure à sa périphérie.

» 12°. La loi de cet accroissement est déjà prédestinée par la formation de l'embryon. Celui-ci développe aussitôt, quand il sort de la graine, un réseau de cellules parenchymateuses sous sa périphérie, dans lequel se forment les premiers vaisseaux.

» Vous voyez que ces résultats ne se trouvent pas en contradiction avec les idées émises par MM. de Mirbel et Mohl; pourtant ils en diffèrent en quelques points moins essentiels. M. Mohl ne parle pas dans son Mémoire (*de Structura palmarum in Mart. Palm. brasil.*) du passage des filets d'un côté de la tige à l'autre; il n'a pas non plus déclaré explicitement que les filets croissent en deux sens, *sursum* et *deorsum*. Quant aux idées de votre illustre confrère M. de Mirbel, je puis fort bien m'accommoder de tout ce qu'il a émis sur l'agencement des fibres; mais je ne suis pas de son avis par rapport au premier degré du développement de la feuille, vu qu'au commencement elle ne me paraît pas avoir la forme d'un capuchon, mais plutôt celle d'une petite crête (*crista* ou *plica*) dirigée verticalement.

» Mes observations ont été faites surtout sur la *Chamædorea elatior*, dont les souches souterraines se ramifient, et offrent dans leur bourgeons toutes les conditions pour examiner l'origine tant des organes élémentaires que des feuilles, rameaux et régimes. Ces observations m'ont aussi donné la conviction que la feuille bicarénée, qui commence souvent la formation des feuilles dans les branches des Monocotylédones, et qui se répète dans la morphose des spatelles des Graminées, n'est pas formée par la coalescence de deux feuilles. Elle n'est qu'une feuille solitaire, pourvue d'une lame extrêmement mince et qui disparaît bientôt. Vous savez que la nature de ces feuilles a été discutée longtemps par MM. Turpin et Rob. Brown, et, dernièrement, par M. Röper, dont les résultats s'accordent avec les miens. »

ZOOLOGIE. — *Sur une invasion de Criquets voyageurs.* (Extrait d'une Lettre de M. Levaillant, chef de bataillon commandant la place de Philippeville, à l'administration du Muséum d'Histoire naturelle.)

« . . . Je tiens à la disposition du Muséum une certaine quantité de criquets voyageurs vivants, qui ont fondu sur une partie de la province. Leur nombre était prodigieux, et c'est à 3 ou 4 myriamètres qu'on évalue l'étendue de la colonne, et, dans quelques endroits, il y en avait 3 décimètres de haut. J'en reçois de plusieurs lieux qui sont les mêmes, et appartiennent à la même colonne erratique dont la plus grande partie, venant du sud, s'est abattue à El-Arrouch; beaucoup de la même espèce sont arrivés jusqu'à 32 kilomètres. J'aurais immédiatement l'honneur de les adresser au Muséum si je n'étais persuadé que la température de nos contrées ne dût les tuer à cette époque. L'arrivée a eu lieu le 18 mars, et le défilé a duré, à ce qu'on m'assure, plus de deux heures. La température, extraordinaire pour cette époque, était de 27 degrés à cinq heures du soir, le soleil étant caché derrière les montagnes. Ces insectes sont arrivés, comme toujours, avec l'abdomen très-réduit, et, comme ils sont très-affamés, ils dévorent rapidement toute la végétation, avec un bruit qui ressemble à la pluie.

» D'après de nouveaux renseignements, les sauterelles sont passées à Biskra le 6, et arrivées à El-Dis le 17; de là elles sont retournées vers le sud, où l'abaissement subit de la température les a fixées; depuis trente ans elles ne s'étaient pas montrées dans cette contrée.

» Cette espèce, *Acridium migratorium*, a 7 et 8 centimètres, est roux-vineux, les palpes blanches; les ailes, très-longues, sont diaprées de taches noires; le corselet, à trois plis en travers près de la tête, présente la forme d'un camail près des ailes; cette dernière partie a une petite carène longitudinale. »

M. Fauché écrit à l'occasion du Rapport fait récemment à l'Académie sur un *bras artificiel présenté* par M. *Van Peterssen*, et rappelle qu'un de ses parents, M. *Laurent*, avait, dans le siècle dernier, exécuté un appareil qui, sous le rapport de la perfection, pouvait être comparé à celui qui a été soumis au jugement de l'Académie. M. Laurent donna ce bras à un invalide qui put s'en servir pour écrire, en présence de Louis XV, son brevet de pension. « Le fait, ajoute l'auteur de la Lettre, est rapporté dans le *Dictionnaire des grands hommes*, où M. Laurent est, de plus, signalé comme ayant découvert les mines d'Anzin et commencé le canal de Saint-Quentin. »

M. **Rivière** présente, pour prendre date, la première partie d'un grand travail qu'il prépare sur le métamorphisme. Dans l'introduction, l'auteur a pour objet de prouver qu'on attribue une valeur trop grande et trop positive aux fossiles dans la classification des terrains et dans l'étude générale de la terre.

M. **Pouchet**, dont le travail sur l'ovologie a obtenu au concours de 1843 le prix de Physiologie expérimentale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Steinbrenner** adresse de semblables remercîments à l'occasion de la récompense qui lui a été décernée pour son travail sur la vaccine.

M. **Stevenson** écrit de nouveau sur une question qu'il a traitée dans une communication précédente concernant la *manière dont nous recevons par la vue la sensation des corps,* et contre l'opinion suivant laquelle ce serait en vertu d'un acte de notre jugement que nous ne verrions pas les objets doubles et renversés.

M. **Passot** écrit qu'une faute, signalée par M. *Duhamel* dans les calculs qu'il avait présentés à une séance précédente, existe réellement; mais il soutient qu'elle n'affecte point le fond de la question, et persiste à demander qu'il soit fait un Rapport sur son travail.

M. **Vergnes** adresse une Note relative aux recherches de M. *Lugol* sur la nature des *affections scrofuleuses,* et sur le traitement de ces affections.

M. **Collina** adresse un paquet cacheté.
L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATA.

(Séance du 3 mars 1845.)

Page 532, formule (l), *au lieu de* $Q_1'^2$, Q''^2, *lisez :* Q_1', $Q_1''^2$.

Page 541, ligne 10, deuxième membre, dernier terme, *au lieu de* $B - B'$, *lisez :* $B - B''$.

Page 544, ligne 13, *au lieu de* $j_m =$ etc., *lisez :* $j'_m =$ etc.

(Séance du 17 mars 1845.)

Page 726, ligne dernière, *au lieu de* à de recherche, *lisez :* de la recherche.

Page 745, ligne première, au dénominateur, *au lieu de* D''^2, *lisez :* D'''^4.

Page 745, ligne 19, *au lieu de* des charges h_1''', h_1''', *lisez :* de la charge h_1'''.

Page 746, lignes 8 et suiv., *lisez :* Substituant dans la quatrième des équations (r'') les valeurs de h_1', h_1'', h_1''' en h_0', h_0'', h_0''' tirées des premières, on en déduira.

Page 746, ligne 20, *lisez :* Enfin si l'on combine entre elles (u'') et les trois premières des équations (r''), en y considérant les charges initiales h_0', h_0'', ainsi que q et V_1, etc.

Page 749, lignes 19 et 31, *au lieu de* x_m, *lisez :* x'_m.

Page 750, ligne 9, *au lieu de* x_m, *lisez :* x'_m.

Page 776, lignes 19 et 20, *au lieu de* qui fassent disparaître, *lisez* qui permettent d'éliminer aisément

Page 776, ligne 21, *après le mot* poser, *ajoutez* successivement

Page 776, ligne 22, *au lieu de* $\psi' = \epsilon' + \frac{\pi}{2}$, *lisez* $\psi' = 0$, $\psi' = \pi$.

Page 776, ligne 23, *après le mot* fournira, *ajoutez* deux équations desquelles on tirera

Page 819, ligne 10, en remontant : Des deux Mémoires annoncés dans ce paragraphe, un seul était destiné à concourir pour le prix concernant le développement de l'œuf; l'autre Mémoire, dont l'auteur est M. Bischoff, et qui a pour sujet l'*embryogénie du chien,* a été adressé au concours pour le prix de Physiologie expérimentale.

(Séance du 31 mars 1845.)

Page 928, ligne 29, *au lieu de* y, *lisez :* y_1.

Page 931, ligne 32, *ajoutez au second membre :* + 1,0822.

Page 938, ligne 20, *au lieu de* double, *lisez :* triple.

Page 939, ligne 13, *au lieu de* $\frac{1}{2}(\sqrt{7}+5)$, *lisez :* $\frac{1}{12}(\sqrt{7}+5)$.

Page 942, lignes 17 et 18, *au lieu de* 6m·q·,58 et 0,072, *lisez :* 59m·q·,90 et 0,069.

Page 945, ligne 4, *au lieu de* e'', *lisez :* i'_m; et *au lieu de* e', *lisez :* e'.

Page 947, lignes 17 et 18, *effacez :* ou triples.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 13; in-4°.

Cuvier. — Histoire de ses travaux; par M. FLOURENS; seconde édition, revue et corrigée. Paris, 1845; in-12.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XIII, avril 1845; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; mars 1845; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n° 12; in-8°.

Pilote français. — Instructions nautiques (partie des côtes de France comprise entre les Casquets et la pointe de Barfleur; — environs de Cherbourg); rédigées par M. GIVRY, *et publiées par ordre du Roi sous le ministère de* M. le baron DE MACKAU. Paris, 1845; in-4°. (Présenté par M. Beautemps-Beaupré.)

Considérations sur la durée de la Vie humaine et les moyens de la prolonger; par M. le vicomte DE LAPASSE; in-4°.

Histoire médicale et philosophique de la Femme; par M. MENVILLE; 3 vol. in-8°.

Notice statistique sur l'Asile des aliénés de la Seine-Inférieure (maison DE SAINT-YON *de Rouen), pour la période comprise entre le* 11 *juillet* 1825 *et le* 31 *décembre* 1843; *par* MM. DEBOUTTEVILLE *et* PARCHAPPE. Rouen, 1845; in-8°. (Adressé pour le concours au prix de Statistique.)

Nouvelles expériences pour l'essai des Potasses du commerce, et appareil dit Potassimètre pour l'effectuer; par M. HENRY; ½ feuille in-8°.

Types de chaque Famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 17e livraison; in-4°.

Notes sur les mœurs de quelques Animaux; par M. LECOQ; ½ feuille in-8°.

Encyclographie médicale; tome VI; feuilles 26-31; in-8°.

Journal de Chimie médicale; avril 1845; in-8°.

Le Mémorial encyclopédique; janvier 1845; in-8°.

Le Technologiste; avril 1845; in-8°.

La Clinique vétérinaire; avril 1845; in-8°.

Bulletin du Musée de l'Industrie; publié par M. JOBARD; année 1844; 4e livraison. Bruxelles; in-4°

Recherches sur l'anatomie, la physiologie et l'embryogénie des Bryozoaires qui habitent la côte d'Ostende; par M. Van Beneden; brochure in-4°.

Catalogus plantarum in horto botanico Bogoriensi cultarum alter; auctore Justo-Carolo Balskarl. Bataviæ, 1844; in-8°.

Flora Batava; 136e livraison; in-4°.

The medical Times; n° 289; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; nos 530 et 531; in-4°.

Neurologische... *Éclaircissements sur la Névrologie; par* M. le docteur Remak. (Extrait des *Archives d'Anatomie et de Physiologie de* J. Muller.) Brochure in-8°.

Maria Antonia... *Maria Antonia, genre nouveau de la famille des Légumineuses; par* M. F. Parlatore; une feuille in-8°. Florence; 1844.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 14; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 38-40.

L'Écho du Monde savant; nos 24 et 25; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AVRIL 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Mémoire sur les équivalents de plusieurs corps simples; par* M. J. PELOUZE.

« La plupart des nombres qui expriment les rapports suivant lesquels les corps simples se combinent, ont été établis par M. Berzelius. Pendant plus de trente ans, les travaux qui ont servi de base à ces déterminations importantes n'ont pas reçu la plus légère atteinte; ils ont suffi à tous les besoins de la science dont ils ont singulièrement hâté les progrès. Toutefois, l'état dans lequel se trouvait l'analyse chimique à cette époque déjà éloignée, n'a pas toujours permis à M. Berzelius d'atteindre une exactitude que le perfectionnement des méthodes devait nécessairement amener plus tard, et il prévit lui-même qu'une révision des poids atomiques deviendrait un jour utile et peut-être nécessaire; cette révision a commencé. Dans un Mémoire remarquable sur la composition de l'acide carbonique, M. Dumas a démontré que le poids atomiquedu carbone déduit, par M. Berzelius, des densités de l'oxygène et de l'acide carbonique, était beaucoup trop élevé, et que de 76,44 il fallait le descendre à 75,00.

» Dans un autre Mémoire, M. Dumas trouva, pour les équivalents de

l'hydrogène et du calcium, des nombres très-rapprochés de 12,5 et de 250, et il lui sembla dès lors que l'hypothèse de Prout sur les équivalents considérés comme des multiples d'un corps unique, l'hydrogène, pourrait bien être fondée.

» Cette théorie parut bientôt étayée d'un grand nombre de travaux qui se succédèrent presque sans interruption pendant deux ans. Au carbone, à l'oxygène et au calcium, on ajouta bientôt, comme nouveaux multiples de l'hydrogène, l'azote, le chlore, le soufre, le zinc, le brome, le mercure, le barium, le strontium, etc., etc.

» L'hypothèse du chimiste anglais semblait devoir être bientôt rangée au nombre des vérités les mieux démontrées; mais enfin la difficulté des expériences qui ont pour objet de fixer les nombres proportionnels de la chimie, et la gravité qui ressortait de changements introduits si rapidement dans une question aussi importante, n'échappèrent pas à quelques-uns des auteurs des travaux dont je viens de parler, et une hypothèse dont rien ne démontre encore aujourd'hui même l'exactitude, aura apporté à la science des travaux d'une très-grande précision.

» Parmi ces travaux, je citerai particulièrement ceux de M. Marignac, qui ont eu pour objet la détermination des nombres proportionnels de l'argent, du chlore et du potassium.

» Je ne crois pas qu'à part le carbone dont le poids atomique a été déterminé par une méthode qui comporte une très-grande exactitude, il y ait dans la liste entière des corps simples, un seul élément dont l'équivalent ait été fixé avec autant de précision que ceux du chlore et de l'argent. M. Marignac semble n'avoir rien laissé à désirer à cet égard ; et les chimistes qui ont lu son travail lui rendront, sans aucun doute, le même hommage que lui a déjà rendu M. Berzelius lui-même.

» Dans le cours de ses recherches, M. Marignac s'était particulièrement attaché à déterminer l'équivalent du chlorure de potassium par une méthode qu'avait déjà suivie M. Berzelius. Cet équivalent n'était pas un multiple de l'hydrogène; j'en fis la remarque dans une Note que j'eus l'honneur de communiquer à l'Académie.

» Je prouvai aussi, en m'appuyant sur les expériences parfaitement concordantes de M. Berzelius et de M. Marignac, et sur quelques autres analyses qui me sont propres, que, puisque l'équivalent du chlorure de potassium n'était pas un multiple de 12,5, le chlore et le potassium ou tout au moins l'un de ces éléments restait nécessairement en dehors de l'hypothèse anglaise, laquelle dès lors était mal fondée.

» Vers la même époque, je communiquai à M. Marignac l'intention où j'étais d'appliquer une méthode susceptible d'une grande exactitude à la vérification et à la détermination d'un grand nombre de poids atomiques, en l'engageant, ce qu'il voulut bien faire, à s'en servir lui-même pour contrôler ses propres expériences sur l'argent, le chlore et le potassium.

» Les chimistes accorderont une grande confiance à cette méthode, car elle est en tout point celle que M. Gay-Lussac a le premier proposée pour l'analyse par la voie humide des alliages d'argent, et dont quinze années d'application journalière ont constaté tout à la fois l'utilité et l'extrême précision.

» Voici comment j'opère :

» Je prends de l'argent parfaitement pur, je le pèse dans une bonne balance d'essayeur, rapidement et facilement sensible au quart de milligramme; j'en introduis depuis 2 grammes jusqu'à 6 grammes dans un flacon à l'émeri de la capacité d'environ 200 centimètres cubes; je l'y dissous dans de l'acide nitrique; j'étends la dissolution de 100 à 150 grammes d'eau, et j'introduis dans celle-ci le chlorure métallique ou métalloïdique. Une ou deux expériences préparatoires m'indiquent très-approximativement les quantités respectives d'argent et de chlorure qu'il faut mettre en présence. Si le chlorure est solide, je le transporte directement du plateau de la balance dans le flacon; s'il est liquide, je le pèse dans une petite ampoule de verre, que je ferme au chalumeau et que j'introduis ensuite dans la dissolution d'argent. Je bouche le flacon et lui imprime un mouvement qui détermine la rupture de l'ampoule et le contact du liquide qu'elle renfermait avec le nitrate d'argent. J'éclaircis le liquide par l'agitation, et je finis la précipitation avec la *liqueur décime* d'argent (1 gramme par litre ou 1 milligramme par centimètre cube).

» Je me conforme d'ailleurs aux instructions données par M. Gay-Lussac dans son beau travail sur la *voie humide*. Avec quelque habitude de ces sortes d'expériences, l'erreur qu'on peut commettre ne doit pas s'élever au delà d'un demi-millième, et même d'un quart de millième du poids de l'argent.

» En effet, il n'y a pas ici de précipité à recueillir sur un filtre, à laver, à sécher, à peser : les seules pesées à faire sont au nombre de deux, ce sont celles des corps mêmes que l'on doit mettre en présence. Leur contact, leur réaction a lieu dans un vase bien fermé. Le terme de l'analyse est indiqué par un signe bien simple, par la transparence d'une liqueur parfaitement incolore, qu'une minime fraction de milligramme de chlorure d'argent suffit pour troubler de la manière la plus visible.

» La difficulté principale qu'il s'agit de vaincre n'est pas inhérente à ce

procédé ; elle se présente dans presque toutes les analyses : c'est celle que l'on éprouve toujours à obtenir des corps parfaitement purs. Il est clair que le chlorure employé à la précipitation de l'argent doit être parfaitement dépouillé de toute matière étrangère. J'ai toujours fait mon possible pour atteindre ce but, et je crois y être parvenu, si j'en juge par la presque identité des résultats que m'ont présentés les mêmes chlorures obtenus et purifiés par des procédés différents.

» Quoi qu'il en soit, c'est avec une grande réserve que je présente ce travail à l'Académie, et j'avoue même que je n'aurais pas osé entreprendre une tâche aussi délicate que celle de la détermination des équivalents chimiques, sans une double circonstance qui m'encourage à faire connaître, dès maintenant, des résultats que je me propose de poursuivre et de compléter. D'une part, la méthode qui m'a servi n'est pas la mienne; je l'ai déjà dit, c'est celle de M. Gay-Lussac appliquée à la question des nombres proportionnels; et, d'un autre côté, M. Berzelius, en rendant compte, dans son dernier Annuaire, du travail de M. Marignac, mentionne cette méthode comme lui paraissant susceptible d'une grande précision.

» Les équivalents du chlore et de l'argent, déduits des expériences de M. Marignac, et d'ailleurs si rapprochés de ceux qu'on trouve dans les Tables de M. Berzelius, m'ont servi de point de départ pour calculer les équivalents mêmes dont la détermination fait l'objet principal de ce Mémoire. Ces équivalents sont 443,20 pour le chlore, et 1349,01 pour l'argent.

Équivalent de sodium.

» 100000 d'argent ont été précipités par

1°........	54158	de chlorure de sodium.
2°........	54125	
3°........	54139	

La moyenne de ces trois expériences donne, pour l'équivalent du sodium, 287,17, et pour celui du chlorure, 730,37.

» Le chlorure de sodium a été obtenu, soit en décomposant par le sulfate de soude le chlorure de barium, soit en décomposant le carbonate de soude par l'acide chlorhydrique. Le sel plusieurs fois cristallisé, desséché à 200 degrés ou fondu, a donné des résultats identiques. On a aussi opéré directement sur de beaux échantillons de sel gemme, d'une transparence et d'une pureté parfaites, trouvés dans les galeries des mines de Dieuze.

Équivalent de potassium.

» Le chlorure de potassium provenait de la calcination du chlorate de potasse bien pur ; il était cristallisé : on l'a desséché comme celui de sodium. L'équivalent de ce sel a été déduit de trois expériences, dont la moyenne a donné 932,50, nombre très-rapproché de 932,34, obtenu antérieurement par M. Marignac.

» M. Levol, dont l'exactitude est si bien connue des chimistes, a trouvé, de son côté, 932,49.

$$\begin{array}{r} 932{,}50 \\ -\ 443{,}20 \\ \hline 489{,}30 \end{array}$$

est donc l'équivalent du potassium, et ce nombre est presque identique avec 932,34 − 443,20 = 489,14 (M. Marignac).

Azote.

» J'ai opéré une première fois sur des cristaux de sel ammoniac obtenus par dissolution dans l'eau, une seconde fois sur un échantillon du même sel sublimé.

» 100 parties d'argent ont été précipitées, 1° par 49,556 ; et 2° par 49,517 de sel ammoniac.

» Le premier de ces nombres donne pour le sel ammoniac l'équivalent 668,38, et pour celui de l'azote, 175,58 ; le second donne 667,98 et 174,78.

» Moyenne pour l'équivalent de l'azote, 175,08.

Barium.

» Le chlorure de barium a été purifié par plusieurs cristallisations successives ; dès la troisième, il a commencé à donner des nombres sensiblement identiques. On le desséchait à 200 degrés dans une étuve à huile ou dans un tube avec une lampe, à une température inférieure au rouge sombre :

4^{gr},002 d'argent ont été précipités par 3,860 de chlorure de barium ;
6^{gr},003 d'argent ont été précipités par 5,790 de chlorure de barium ;
3^{gr},001 d'argent ont été précipités par 2,895 de chlorure de barium.

D'où l'on déduit, pour l'équivalent du chlorure de barium :

1° 1301,14
2° 1301,14
3° 1301,36

et pour celui de barium :

1°.........	857,94
2°.........	857,94
3°.........	858,16
Moyenne des trois expériences.	858,01

» L'éclaircissement des liquides est infiniment plus rapide avec le chlorure de barium qu'avec celui de sodium. Les chlorures de barium et de strontium, en perdant leur eau de cristallisation, ne s'altèrent pas, et, sous ce rapport, ils diffèrent du chlorure de calcium. Leur dissolution, après leur dessiccation, est sans action sur le papier de tournesol rouge ou bleu. L'acide carbonique n'y produit aucun précipité. Calcinés dans un long tube rempli d'amiante, ces deux sels laissent dégager de l'eau qui n'apporte pas le plus léger trouble dans une dissolution de nitrate d'argent.

Strontium.

» Même observation que pour le sel précédent. On obtient facilement, par cristallisation, de longues aiguilles de plusieurs centimètres qui, desséchées à 200 degrés ou à la lampe, dans un tube au-dessous du rouge sombre, donnent bientôt des résultats constants.

» Toutefois une première cristallisation donne, en général, un équivalent trop élevé et, inversement pour le barium, un nombre trop léger. Cela paraît tenir à des mélanges de ces deux sels.

2gr,014 d'argent ont été précipités par 1,480 de chlorure de strontium.
3gr,008 d'argent ont été précipités par 2,210.

D'où l'on déduit, pour l'équivalent du chlorure de strontium :

1°.........	991,32
2°.........	991,12

et pour celui du strontium :

1°.........	548,12
2°.........	547,92
Moyenne....	548,02

Silicium.

» Le chlorure de silicium qui a servi à mes expériences m'a été donné par M. Ebelmen. Il était d'une transparence parfaite et tout à fait incolore ; il ne laissait aucune trace de résidu par son évaporation dans une petite capsule de verre. Il avait séjourné pendant longtemps sur du mercure.

» Après la précipitation de l'argent qui s'est effectuée très-facilement par

ce chlorure, la liqueur filtrée et évaporée laissait de la silice gélatineuse incolore et transparente. Il m'a semblé que la totalité de la silice ne s'est pas dissoute dans l'acide nitrique ; mais la faible proportion qui restait en suspension dans la liqueur ne s'opposait nullement à l'éclaircissement de celle-ci par l'agitation, et je ne crois pas que sa présence ait amené aucune erreur dans les résultats.

I. 2gr,9595 d'argent ont été précipités par 1,167 de chlorure de silicium.
II. 3gr,685 d'argent ont été précipités par 1,454.

» Pour 1 gramme d'argent, on a

I.......	0,394325	de chlorure de silicium.
II......	0,394570	

D'où, pour l'équivalent du chlorure de silicium :

1°.........	531,95
2°.........	532,28

et pour le silicium même :

1°..........	88,75
2°.........	89,13
Moyenne....	88,94

Phosphore.

» J'ai opéré avec le protochlorure $PhCl^3$; mais je me propose de me servir aussi du perchlorure.

» Le chlore bien desséché était reçu sur du phosphore. Lorsque ce dernier s'était dissous, on arrêtait le dégagement du gaz et l'on mettait en contact, avec un grand excès de phosphore très-divisé, le mélange représenté par du protochlorure, et une petite quantité de perchlorure. Après plusieurs jours de contact, le mélange décanté était agité avec un amalgame d'étain, distillé sur cet amalgame et soumis à des rectifications successives; au bout de peu de temps, le liquide distillé précipitait des quantités toujours à peu près exactement semblables d'argent; il était incolore et ne portait aucun trouble dans l'eau distillée.

» Au moment où le chlorure de phosphore est mis en contact avec une dissolution acide de nitrate d'argent, il se produit un précipité brun qui peu à peu se décolore et affecte bientôt la couleur du chlorure d'argent légèrement altéré par la lumière. L'acide phosphoreux, produit par l'action de l'eau sur le chlorure, se change sans doute très-rapidement en acide phosphorique; mais la présence de cet acide ne doit apporter aucune inter-

vention fâcheuse, car il est sans action non-seulement sur le nitrate acide, mais encore sur le même sel à l'état de liberté.

» Il faut en moyenne 42,74 parties de protochlorure de phosphore pour précipiter 100 parties d'argent. Ces résultats ont conduit pour l'équivalent du phosphore au nombre 400,3.

Arsenic.

» Le chlorure a été distillé plusieurs fois pour le dépouiller d'un excès de chlore qu'il renfermait. Il était incolore, disparaissait entièrement dans une grande quantité d'eau. Son point d'ébullition, pendant la durée de sa rectification, n'a pas semblé changer notablement. Le thermomètre marquait 134 à 135 degrés.

» Trois expériences ont donné :

I..........	2267,5
	— 1329,6
As.....	937,9
II..........	2266,7
	— 1329,6
As.....	937,1
III.........	2267,0
	— 1329,6
As.....	937,4

Moyennes des trois expériences.... $\left\{\begin{array}{l} 937,9 \\ 937,1 \\ 937,4 \end{array}\right.$

$$\frac{2812,4}{3} = 937,5$$

Équivalent de l'arsenic...... 937,50

» Le tableau suivant indique la valeur des différents équivalents dont je viens de parler; je les ai mis en regard de ceux qu'on trouve dans les Tables de M. Berzelius.

		Selon M. Berzelius.
Sodium.......	287,17	290,90
Potassium.....	489,30	489,92
Azote.........	175,08	177,03
Barium.......	858,03	856,88
Strontium.....	548,02	547,29
Silicium.......	88,94	92,43
Phosphore.....	400,30	392,29
Arsenic.......	937,50	940,08

» Les changements les plus notables apportés dans les valeurs numériques des équivalents ci-dessus désignés affectent principalement le phosphore et le silicium. Tous les autres, l'azote excepté, diffèrent fort peu de ceux qui ont cours dans la science.

» Si l'on divise ces nouveaux nombres par 12,5 ou par l'équivalent de l'hydrogène, on arrive à des résultats dont quelques-uns sont fort éloignés de l'hypothèse de Proust. Pour d'autres, au contraire, tels que l'azote, le phosphore et l'arsenic, les quotients sont des nombres entiers. Leurs équivalents, déduits de l'expérience, sont des multiples de l'hydrogène. Ce sont surtout les éléments des matières organiques qui paraissent être dans ce dernier cas. L'hypothèse en question serait-elle vraie pour certains corps, fausse pour d'autres? S'il est difficile de se prononcer pour le cas où les nombres de l'analyse se confondent avec ceux de la théorie, il faut avouer qu'en se renfermant dans la voie purement expérimentale, il semble que la question des équivalents multiples de celui de l'hydrogène (12,5) est résolue négativement. »

BOTANIQUE. — *Note concernant des conferves développées sur de l'arsenic; par* M. Bory de Saint-Vincent.

« J'ai vu dernièrement quelque part qu'on venait de découvrir une sorte de conferve ou ébauche de végétation jusque dans une solution d'arsenic. Le fait est très-curieux, mais n'est pas nouveau; et je saisirai l'occasion que m'offre l'avis qui m'en est donné, pour redresser l'erreur où je tombai, lorsque faisant part, en 1836, à l'Académie, d'une découverte semblable, je l'attribuai à quelqu'un qui ne l'avait pas faite, mais qui seulement me l'avait transmise en me priant de la faire connaître par la voie des *Comptes rendus*. Cette erreur s'étant reproduite, sous la garantie de mon nom, dans un très-bon Mémoire de M. Louyet, intitulé *Sur l'absorption des poisons métalliques par les plantes*, il devient nécessaire de rétablir les choses, parce que l'observation dont il s'agit acquiert une certaine importance en corroborant puissamment, à mon avis, l'opinion de ceux qui voudraient qu'on supprimât le chaulage du blé, au moyen d'une substance, certainement plus terrible à l'humanité même qu'efficace contre ce qu'on appelle vulgairement la carie des grains.

» C'est vers 1835 ou 1836 que M. Boutigny, pharmacien à Évreux, ayant abandonné dans son laboratoire un flacon bouché à l'émeri et contenant de l'acide arsénieux, remarqua, un jour que ce flacon lui retomba sous la main,

qu'il s'y était développé de petits corps punctiformes, lesquels, grossissant peu à peu et ayant atteint jusqu'à 3 ou 4 millimètres, émirent de toute leur surface des ramules ou filaments de la plus grande ténuité, qui, se bifurquant et s'entre-croisant, formèrent bientôt un tissu très-délicat contre les parois du verre. M. Boutigny envoya sa plante à plusieurs personnes qui s'adonnaient aux recherches microscopiques, entre autres à M. de Brebissant, très-habile botaniste, qui l'ayant soigneusement examinée et la rapportant au genre *Hygrocrocis*, lui donna pour nom spécifique celui de la substance réputée essentiellement désorganisatrice au milieu de laquelle on le voyait se développer et se complaire. M. de Boutigny m'adressa également son nouvel *hygrocrocis*, par la voie de l'un de mes correspondants, auquel je crus que la découverte était due, et au nom duquel je la communiquai, en faisant remarquer que déjà notre honorable confrère M. Dutrochet avait observé quelque chose d'analogue, et m'avait, depuis plusieurs années, communiqué une végétation confervoïde trouvée par lui dans un flacon d'eau de Goulard. C'est donc M. Boutigny qui le premier a fait réellement connaître l'*hygrocrocis* de l'acide arsénieux, et conséquemment fourni la preuve irrésistible, que le chaulage du blé par l'arsenic ne saurait être une bonne pratique. »

M. Biot présente un opuscule ayant pour titre : *Sur un exposé de la théorie de la Lune rédigé par un auteur arabe du* x^e *siècle*.

M. Arago a protesté de nouveau contre la publication d'un livre intitulé : *Leçons d'Astronomie professées à l'Observatoire par M. Arago, recueillies par un de ses élèves; 4e édition.* M. Arago a montré, à l'aide de quelques citations, que cet ouvrage fourmille de bévues vraiment incroyables, et qu'il n'est digne d'aucune attention.

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, par voie de scrutin, une *Commission* pour l'examen des pièces admises à concourir pour le prix *concernant les moyens de rendre une profession moins insalubre* (concours de 1844).

MM. Dumas, Payen, Chevreul, Pelouze, Regnault réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie nomme, également par la voie du scrutin, la Commission chargée de décerner le prix de Physiologie expérimentale (concours de 1844).

Commissaires, MM. Flourens, Milne Edwards, Serres, Magendie, de Blainville.

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Vues pratiques sur les améliorations les plus importantes, les plus faciles et les moins coûteuses à introduire dans notre agriculture; par* M. **J.-E. Dezeimeris**. Second Mémoire (1). (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« Vers le dernier tiers du XVIIe siècle, la France et l'Angleterre étaient constituées, au point de vue agricole, à très-peu de chose près de la même manière.

» L'un et l'autre pays avaient à peu près le quart de leur territoire couvert de forêts et de landes; plus d'un autre quart en pâtis, communaux ou particuliers, et en prairies naturelles. Le surplus du domaine agricole, livré à la charrue, était occupé : un tiers par des céréales d'hiver, un tiers par des céréales de printemps, un tiers par la jachère. L'étendue des champs qui produisent l'engrais était, à peu de chose près, égale à celle des champs qui le consomment; en d'autres termes, il y avait presque autant de prairies et de pâturages qu'il y avait de terres labourables.

» Sous ce régime, le même pour les deux pays, la France, qui contient une étendue proportionnelle de bons sols plus considérable que l'Angleterre, obtenait, en tous genres, des produits plus abondants. A partir de cette époque, les deux pays s'engagent dans deux systèmes exactement contraires et sont conduits à des résultats prodigieusement différents.

» Précisons les faits :

» Le blé étant l'article de commerce le plus important que la France pût offrir à ses voisins, pour s'en procurer une plus grande quantité, on se mit à défricher les champs de pâture qui étaient le moins productifs, et on les ensemença en céréales. On y obtint, sans engrais, et pendant plusieurs années consécutives, de belles récoltes, car nul terrain n'est plus fertile que celui qui a été longtemps gazonné. Après avoir rompu les friches les moins herbeuses, on s'attaqua aux pelouses mieux gazonnées, puis aux pacages et aux prés secs.

» Vainement quelques hommes prévoyants reconnurent que c'était s'attaquer au principe même de la fertilité des terres, et essayèrent d'arrêter cette

---

(1) *Voir* le *Compte rendu* de la séance du 24 février 1844, tome XX, page 491.

sorte de vandalisme. Tous les prés non fauchables furent rompus, même sur des terrains en pente, qu'un gazon épais et ancien pouvait seul soutenir.

» On ne s'arrêta que lorsqu'il ne resta plus que de mauvaises landes pour pacage, et juste assez de prairies pour nourrir parcimonieusement les attelages nécessaires à l'exécution de l'immense quantité de travaux qu'on venait de se créer. Les quatre cinquièmes du domaine agricole, et, en beaucoup de contrées, les sept huitièmes ou même les neuf dixièmes étaient maintenant en terres labourables.

» La France, dont le produit en froment avait été, au milieu du XVIIe siècle, de 90 millions d'hectolitres, voyait tomber ce produit à 60 millions d'hectolitres au milieu du XVIIIe siècle.

» On voit à quoi avait abouti ce système qui consistait à sacrifier le pâturage au labourage, et toute autre production à la production du blé.

» Après avoir donné trois, quatre ou cinq récoltes successives de céréales, les terrains défrichés se trouvaient ramenés par épuisement à l'état des anciennes terres labourables, et ils étaient condamnés dès lors à ne plus donner de produits qu'à la condition de recevoir des engrais et de jouir du repos de la jachère au moins une fois en trois ans. On se trouvait donc avec un tiers de jachères de plus et deux tiers de pâturages de moins; un tiers de plus de l'espèce de terrain qui exige le plus de travaux et ne donne rien, deux tiers de moins de l'espèce de champs qui peut donner le plus de produits et exige le moins de frais; c'était beaucoup de peine gagnée en échange de beaucoup de bénéfices perdus. Pour conserver le degré de fécondité qu'elles avaient avant les défrichements, les terres labourables, augmentées maintenant d'un tiers, auraient exigé un tiers de plus d'engrais qu'autrefois; on en avait deux tiers de moins, puisque, avec les pâturages, avait disparu nécessairement le bétail qui s'y nourrissait.

» Considérons maintenant chez les Anglais le développement et les résultats du système contraire.

» Frappés de l'insuffisance des engrais produits dans l'organisation agronomique de cette époque, insuffisance qui mettait dans la nécessité de laisser chaque année un tiers des terres labourables en jachère; voyant d'ailleurs que les terres ne rapportent au delà des frais qu'elles coûtent, ou ne donnent de produit net qu'en raison des engrais qu'elles reçoivent, les Anglais reconnurent la nécessité d'augmenter le bétail, par conséquent d'étendre les prairies et pâturages, ou les cultures fourragères, en restreignant les cultures épuisantes.

» Au lieu d'ensemencer en céréales les deux tiers des terres labourables, la moitié seulement de ces terres fut emblavée, tout le reste fut ensemencé en herbes ou en racines fourragères. Ce changement doublait la portion du domaine consacré à nourrir du bétail, et faisait plus que doubler la masse des produits destinés à cet usage. Bien que l'énorme quantité d'engrais obtenus en conséquence de cet accroissement du bétail semblât permettre à l'agriculteur anglais de s'en montrer prodigue, il s'attacha, au contraire, à découvrir et à fixer les vrais principes de l'économie de cette matière précieuse. Au lieu de jeter ses fumiers sur la sole de blé, et de s'empresser d'épuiser le terrain par deux récoltes successives de céréales, ce qui est retirer d'une main ce qu'on donne de l'autre, il posa pour précepte de n'appliquer les engrais qu'à des récoltes qui les reproduisent et les multiplient, à des récoltes que le bétail consomme et qu'il restitue au sol en les doublant.

» En Angleterre aussi, on se mit à pratiquer des défrichements, mais ce ne fut point pour agrandir le champ des cultures épuisantes, ce fut encore, et toujours, pour augmenter l'étendue du domaine consacré au bétail. Les landes, qui ne rapportent rien, les forêts, dont les produits croissent trop lentement pour donner de grands revenus, disparurent pour faire place à des pâturages, peu productifs aux yeux des cultivateurs exclusifs du blé, mais en réalité d'un revenu considérable, parce que les récoltes, peu abondantes en apparence à un moment donné, y renaissent sans cesse sous la dent du mouton qui les recueille.

» Les quatre cinquièmes du domaine agricole se trouvaient enfin en prairies ou pâturages, ou en cultures fourragères; tous ces champs étaient fertilisés au moyen des eaux, des marnes, des glaises, des composts, des fumiers, du parcage. Aux masses de produits qu'ils fournissaient, s'ajoutaient les pailles, dont la plus grande partie, considérée comme trop précieuse pour faire des litières, formait la base de la nourriture du bétail pendant l'hiver; avec de tels approvisionnements, on avait pu *quintupler le capital agricole vivant.* Ayant reconnu l'énorme profit qu'il y avait à tuer les animaux aussitôt qu'ils avaient pris toute leur croissance, puisque avec une quantité donnée de nourriture on en entretient quatre fois plus jusqu'à l'âge de trois ans qu'on n'en entretiendrait si on les laissait vivre jusqu'à l'âge de dix ans, on s'était attaché à créer des races précoces, qu'on engraisse de très-bonne heure et qu'on ne laisse vivre que jusqu'à trois ans, ce qui permet de livrer chaque année à la consommation le tiers de toutes les existences. De là un accroissement prodigieux dans la quantité des matières premières qui servent à alimenter les branches principales des manufactures et de l'industrie.

» Mais ici se révèle un fait ou plutôt un grand principe économique, que les Anglais ont mis à profit dans une certaine mesure, mais dont ni cette nation ni aucune autre n'a encore tiré toutes les conséquences, et qui promet à ceux qui en comprendront toute la portée d'immenses profits à réaliser : c'est le principe de la *précocité* ou de la *rapidité du développement*, et de la multiplication corrélative des produits.

» Un veau prend un accroissement plus rapide depuis le moment de sa naissance jusqu'à l'âge d'un an, que d'un an à deux; plus rapide d'un an à deux que de deux à trois; de deux à trois que de trois à quatre, et ainsi de suite; mais surtout il en coûte beaucoup moins de fourrages pour lui procurer un accroissement de valeur de 50 francs, de six mois à un an, que de dix-huit mois à deux ans, et incomparablement moins que de trente mois à trois ans.

» Quand on a énormément de terres à labourer, comme dans une grande partie de la France, les prairies naturelles et le peu de fourrages qu'on cultive suffisent à peine à nourrir les animaux nécessaires pour l'exécution des travaux. Ces attelages sont des animaux adultes, de ceux, par conséquent, qui consomment le plus. Avec de grandes masses de foin ou de fourrages, on n'en peut entretenir qu'un fort petit nombre.

» Si l'on avait, au contraire, beaucoup moins de terres à labourer, et beaucoup plus de prairies naturelles ou artificielles, on n'aurait besoin que d'un petit nombre d'animaux de travail, et l'on pourrait entretenir une grande quantité d'animaux de rente.

» Et si l'on prenait, comme en Angleterre, l'habitude de livrer les bœufs à la boucherie dès l'âge de deux ans et demi à trois ans; si l'on substituait aux animaux qui consomment beaucoup et ne croissent plus, les animaux qui consomment très-peu et croissent très-rapidement, on voit l'énorme quantité de viande qu'on serait en mesure de fournir à la consommation, et la prodigieuse quantité de suifs, de peaux, de cornes et d'os qu'on pourrait livrer à l'industrie. Ainsi avec le système agricole de la France, qui ne consacre aux cultures fourragères que le *quart* ou le *cinquième* du territoire, le bétail ne donne presque aucun revenu; avec le système anglais tenant les *trois quarts* ou les *quatre cinquièmes* des terres en pâturages, le bétail est le plus riche de tous les produits.

» Mais ce n'est point seulement dans l'économie du bétail à cornes que l'application du principe de la précocité et de la rapidité de développement peut donner les résultats prodigieux qu'en a obtenus l'Angleterre, et de plus merveilleux encore; pour celui qui entretient des bêtes à laine, non pas

seulement comme machines à toison, mais aussi comme machines à viande, la différence n'est pas moindre de les garder jusqu'à *cinq* ou *six* ans, ou seulement jusqu'à *deux*.

» Dans la race porcine, quelle différence n'y a-t-il pas entre les bénéfices qu'on peut tirer d'animaux prenant leur développement et prenant graisse dans le cours de leur *première année*, ou d'animaux de race tardive, exigeant *deux ans* ou plus pour se développer, et ne s'engraissant bien qu'à cet âge? N'y a-t-il pas cent pour cent de bénéfices de plus pour la fermière qui ne garde ses poulets que *trois mois* et les engraisse alors, que pour celle qui les laisse vivre jusqu'à *six*; pour celle qui réforme ses poules pondeuses peu après *trois ans*, époque de leur plus grande fécondité, que pour celle qui les laisse vivre jusqu'à *six* ou *sept*, âge où leur fécondité, successivement diminuée, ne paye plus le quart de la valeur de ce qu'elles consomment?

» Et ce n'est pas seulement au règne animal que ce grand principe économique trouve son application. En recherchant dans les végétaux ce même caractère de précocité ou de développement rapide, nous avons pu faire choix, pour nourrir le bétail, de plantes qui nous procurent non pas *un* fourrage par an, comme c'est l'ordinaire, mais *trois* et jusqu'à *quatre* fourrages successifs dans le cours d'une année. C'est d'après ce même principe que les Anglais, ayant reconnu que le ray-grass qui vient d'être tondu acquiert, *avec une extrême rapidité, un pouce* de longueur, *assez rapidement* encore *un second pouce*, puis, *plus lentement*, un *troisième pouce*, et successivement, *de plus en plus lentement*, chaque pouce qui suivrait le troisième, ont adopté ce système, admirablement calculé, qui consiste à livrer au printemps leurs pâturages aux jeunes bœufs dont il s'agit d'achever l'engraissement, et à les charger ensuite de moutons, de dix en dix jours, ou à peu près, tout le long de l'année, pour les raser à fond et les laisser successivement recroître *à la longueur de quelques pouces*. On y nourrit ainsi deux fois plus d'animaux qu'on n'en pourrait entretenir avec une ou deux coupes de foin que fourniraient les mêmes prairies traitées à la manière ordinaire.

» Prévenons ici et réduisons à sa valeur une objection qu'on ne manquera pas de nous faire. C'est la nature, dira-t-on, qui a fait de l'Angleterre un pays à bétail, et qui nous prescrit à nous d'être un pays à céréales. Une atmosphère brumeuse, des pluies rarement excessives, mais distribuées avec modération dans toutes les saisons de l'année, font de la Grande-Bretagne un pays d'herbes par excellence.

» L'observation est juste et serait sans réplique si l'on ne pouvait nourrir le bétail qu'à la manière anglaise, avec des turneps et des pâturages de ray-

grass. C'est bien ce qu'ont tenté de faire plus d'une fois de maladroits imitateurs, qui ne savent que calquer mécaniquement un système, au lieu d'appliquer un principe en l'accommodant aux circonstances; et il est vrai que, hors de quelques localités heureusement situées, ils devaient partout échouer en France. Mais si notre pays n'est pas, en général, un pays à pâturages, c'est un pays où réussissent parfaitement, selon les localités, le trèfle, le sainfoin, la luzerne, le farouch et beaucoup d'autres fourrages; où réussissent, en particulier, beaucoup de plantes fourragères à développement très-rapide, au moyen desquelles on peut aisément entretenir sur un espace donné, ainsi que notre expérience personnelle le constate, autant de bétail qu'en entretiennent les contrées les plus favorisées de l'Angleterre. C'est ce que nous démontrerons dans un prochain Mémoire. »

GÉOLOGIE. — *De la chronologie des terrains et du synchronisme des formations; par* M. Constant Prevost. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Cordier, de Blainville.)

« L'étude du sol doit servir de base à l'histoire de la terre.

» Il importe de suivre dans cette étude une marche méthodique rationnelle, qui permette de grouper les faits d'une manière naturelle, afin d'apprécier chacun d'eux à sa juste valeur.

» Le Mémoire de M. Constant Prevost a pour but principal de résumer la doctrine qui le dirige depuis plus de vingt ans dans son enseignement.

» Après avoir essayé de fixer la nomenclature géologique, en donnant un sens précis et invariable à plusieurs des expressions journellement employées presque au hasard et dans des acceptions opposées par la plupart des géologues, il examine les divers points de vue sous lesquels le sol doit être successivement étudié.

» Il fait voir comment il est nécessaire de se rendre compte du synchronisme des formations, et d'isoler et caractériser chaque sorte de celles-ci pour arriver à établir une série chronologique des terrains dont tous les termes puissent être comparables.

» Le *sol* est l'ensemble de toutes les substances solides minérales qui constituent la portion de la terre accessible à notre investigation directe.

» Ce sol n'a certainement point toujours été tel qu'il est aujourd'hui.

» Les matériaux ou *substances minérales* dont il est composé peuvent être étudiées sous trois points de vue distincts :

» 1°. Ils ne sont pas de même sorte;

» 2°. Ils n'ont pas été formés par la même cause;

» 3°. Ils n'ont pas été produits dans le même moment.

» Chacun porte en lui la triple empreinte de sa nature intime, de son origine et de son époque.

» Les *roches* sont les matériaux essentiels du sol, classés uniquement d'après leurs caractères minéralogiques ou physiques inhérents; elles sont feldspathiques, pyroxéniques, calcaires, argileuses, ou cristallines, sédimentaires, schisteuses, etc.

» Les *formations* sont les roches, quels que soient leur nature et leur âge, qui ont été formées par des causes analogues ou distinctes: formations ignées, formations aqueuses, marines, d'eau douce, etc.

» Les *terrains* réunissent les roches de toute nature et de toute origine qui ont été produites dans une même période de temps: terrains primaires, terrains secondaires, terrains tertiaires, ou terrains inférieurs, terrains moyens, terrains supérieurs, etc.

» Les *terrains* et les *formations* sont jusqu'à un certain point, pour le géologue, ce que sont les latitudes et les longitudes pour les astronomes.

» Les *terrains* partagent l'épaisseur du sol en tranches horizontalement parallèles, comme l'équateur, les cercles tropicaux et polaires partagent la sphère; tandis que les diverses *formations* séparent le même sol en tranches verticales, comme le font les méridiens.

» La divergence dans le langage des géologues s'explique par l'introduction successive d'idées différentes de celles qui avaient conduit à créer la première nomenclature.

» Werner, auquel il faut toujours remonter comme au fondateur de la géologie positive et méthodique, comprit le premier la nécessité d'établir une technologie fixe; il employa constamment divers termes, dont les mots *roche, formation* et *terrain* sont la traduction plus ou moins exacte; mais, pour Werner, une même cause avait produit toutes les substances qui composent le sol, elles étaient de formation neptunienne, et selon lui, les différences que présentaient les dépôts superposés étaient dues uniquement à la diversité de l'époque où la formation avait eu lieu, de sorte que *formation* et *terrain* étaient deux expressions presque synonymes qui se rapportaient également à l'âge des dépôts.

» C'est aux plus dignes disciples de Werner, à ceux qui ont le mieux profité de ses leçons et les ont immortalisées par les précieux travaux et les belles découvertes qu'ils ont faites sous leur impression, que la science doit les idées nouvelles qui, aujourd'hui, la dominent et la régissent.

» M. de Buch parcourant l'Europe de l'équateur au pôle, M. de Humboldt traversant les mers pour aller comparer le gisement des roches dans les deux hémisphères, ont rencontré presque en même temps la vérité en suivant la route que leur vénérable maître avait tracée.

» Aux yeux de ces deux grands observateurs, la cause ignée, jusque-là négligée et repoussée à l'école de Freyberg comme insignifiante, acquit une importance comparable à la cause aqueuse, et la production contemporaine des effets des deux causes, agissant *synchroniquement*, devint la conséquence nécessaire de cette première vue.

» M. de Humboldt, l'un des premiers, a formulé d'une manière précise le synchronisme de certains produits ignés et aqueux, en établissant, dans la classification chronologique des terrains secondaires et tertiaires, deux séries parallèles correspondantes.

» Depuis lors, tous les géologues ont adopté cette idée, que MM. Brongniart et Boué ont développée avec tant de science dans les Tableaux de terrains qu'ils ont publiés.

» La distribution sur deux lignes parallèles des formations ignées et des formations aqueuses était un grand pas de fait; elle est désormais fondée sur les observations aussi nombreuses que certaines de MM. de Buch, de Humboldt, Hausmann, Brongniart, de Bonnard, Élie de Beaumont, qui, dans des localités très-distantes, constatèrent la superposition des roches granitoïdes à des calcaires fossilifères de divers âges, et, d'un autre côté, sur la transition graduée que la composition, la structure, le gisement établissent entre les granits les plus anciens et certains produits volcaniques les plus modernes.

» L'étude des phénomènes actuels et son application à l'explication des phénomènes anciens ont achevé de démontrer, comme une vérité incontestable, l'action synchronique, depuis les temps les plus reculés, des deux principales causes plutonienne et neptunienne.

» Cette séparation des deux classes de causes et d'effets offrit un grand avantage pour la distribution chronologique des terrains et la caractérisation de chacun d'eux; car, faisant abstraction de toutes les roches non stratifiées d'origine ignée que l'on rencontre dans le sol, et dont la position n'indique pas l'âge relatif, il ne resta plus à comparer entre elles que les roches formées dans le sein et par l'action des eaux. Mais toutes les eaux ne sont pas de même nature; les matières qu'elles charrient et déposent ne sont pas identiques; les animaux et les végétaux dont elles peuvent envelopper les dépouilles dans les sédiments qu'elles forment, ne sont pas de mêmes espèces; de sorte

que, dans le même moment, synchroniquement, des dépôts de formation neptunienne ont lieu, qui diffèrent, par leur nature, leur étendue, les fossiles qu'ils renferment, selon que ces dépôts ont été produits sous des eaux douces ou sous des eaux marines, et selon diverses circonstances secondaires. D'un autre côté, on conçoit que des dépôts, presque sous tous les rapports semblables, peuvent avoir été formés à des intervalles de temps très-éloignés, soit dans les eaux douces, soit dans les eaux marines, etc.

» Aussi, les mêmes principes et les mêmes raisons qui ont conduit à éliminer, pour la classification des terrains, les formations ignées, doivent conduire naturellement à distinguer, les unes des autres, les formations aqueuses de diverses sortes, pour n'avoir plus à comparer entre eux, et successivement, que les effets chronologiques de chaque sorte.

» C'est arriver, en un mot, à sous-diviser la série générale des terrains en autant de séries synchroniques partielles qu'il y a de formations distinctes.

» Après avoir fait voir que les formations terrestres et d'eau douce ont nécessairement moins d'étendue, de constance, et par conséquent d'importance que les formations sous-marines, M. Constant Prevost fait encore la remarque que, dans la mer elle-même, des causes diverses agissent ensemble; des sources calcarifères et silicifères, des volcans submergés, y produisent des effets dont il faut faire momentanément abstraction, comme n'ayant pas non plus une grande généralité, et ne présentant pas toujours des caractères marins exclusifs.

» Restent les effets de deux grandes causes pour ainsi dire rivales, antagonistes, qui agissent simultanément d'une manière permanente dans les mêmes bassins marins; ces effets, d'une égale importance, se distinguent nettement lorsqu'ils restent isolés, mais souvent ils se confondent, se combinent, s'enlacent, se succèdent, alternent sur les mêmes points.

» Ces deux grandes causes sont, d'une part, les eaux salées de la mer, avec les animaux nombreux qui les habitent; les myriades de Polypes, de Mollusques, de Poissons qui laissent après leur mort des dépouilles solides à la disposition des vagues, des marées, des courants, des orages qui les transportent, les brisent, les triturent, et les entassent pêle-mêle pour en composer des bancs pierreux puissants.

» D'une autre part, les eaux fluviatiles affluentes qui, après avoir lavé et raviné le sol continental, viennent déboucher avec une abondance et une vitesse périodiquement variables dans les bassins marins, y portant pour tribut tout ce qu'elles ont pu enlever et arracher à ce sol: matières minérales, végétaux, animaux qu'elles roulent avec violence, ou bien emportent légère-

ment, pour les déposer sur les rivages, à leur embouchure, et souvent bien loin, dans les abîmes les plus profonds, où des débris intacts de produits terrestres et fluviatiles vont s'associer ainsi à ceux des animaux des plus hautes mers (Bois, Ichthyosaures, Crocodiles, Bélemnites, Ammonites, Nautiles, Crinoïdes, etc.).

» On n'a pas assez réfléchi lorsque l'on a dit que les formations fluvio-marines n'étaient que des accidents locaux d'embouchure et de golfe; on pourrait presque avancer, sans parodoxe, que, dans certaines mers bordées de vastes continents, les eaux douces affluentes produisent plus dans la mer que les eaux marines elles-mêmes.

» Le Mississipi et ses tributaires enlèvent au continent qu'ils traversent plus de matières sédimentaires et de corps organisés, pour les porter dans la mer, que les vagues de celles-ci n'en prennent sur tout le pourtour des deux Amériques; et l'on sait, par de journaliers exemples, que des végétaux apportés par ce fleuve, des rives du Missouri dans le golfe du Mexique, vont atterrir sur les côtes d'Islande et même du Spitzberg.

» Après avoir reconnu la complication des divers effets produits simultanément dans les mers actuelles, et avoir établi qu'à chaque époque antérieure, de semblables effets ont également eu lieu synchroniquement, on pourra distinguer les formations fluvio-marines des formations marines exclusives, de tous les temps, aux caractères suivants :

» 1°. *Formations fluvio-marines*. Prédominance des sédiments alternativement argileux et arénacés régulièrement stratifiés; abondance de végétaux terrestres et par suite d'amas et de bancs de charbons; présence d'animaux fluviatiles ou terrestres associés dans les mêmes couches à des animaux marins. On peut ajouter que, dans les formations fluvio-marines pélagiennes, les argiles prédominent sur les grès, que les fossiles sont bien conservés, qu'ils sont isolés ou groupés avec ordre par familles et par lits, que les fossiles marins rappellent des animaux de haute mer; enfin l'absence presque absolue des Polypiers pierreux.

» 2°. *Formations marines*. Prédominance de roches calcaires composées de fragments plus ou moins atténués, mais reconnaissables, de coquilles marines et surtout de nombreux madrépores, et, à plus forte raison, des bancs de Polypiers en place. La rareté et l'isolement de débris végétaux alors presque toujours roulés, de squelettes entiers, l'entassement sans ordre de coquilles univalves et bivalves, littorales et pélagiennes, la désunion des valves, le mélange avec des galets, etc., peuvent être donnés comme des caractères complémentaires.

» Si de ce point de vue élevé, que fournit l'observation de ce qui se passe maintenant sous nos yeux, et sans s'arrêter à des anomalies explicables, on embrasse d'une manière générale l'innombrable série des couches alternativement argilo-arénacées et calcaires qui composent l'ensemble des terrains du centre de l'Europe, on voit se dessiner deux grands groupes dont les caractères particuliers sont ceux qui viennent d'être signalés, et ne peuvent pas être attribués à l'époque, mais au mode de formation, puisque les membres de ces deux grands groupes s'enlacent et alternent un grand nombre de fois sur une épaisseur immense qui annonce la persistance des deux causes pendant un temps très-long.

D'une part : Formations marines.	*D'autre part : Formations fluvio-marines.*
Bancs de Polypiers des mers tropicales.	Substances et vases avec amas de bois qui encombrent l'embouchure des fleuves et sont emportés dans la mer.
Amas coquilliers des rivages et des bas-fonds actuels.	
Faluns de Palerme, de Syracuse, de Dax, de Bordeaux, de Touraine, crag de Suffolk, etc.	Argiles subapennines.
	Marnes et argiles tertiaires.
	Marne et argile de Londres.
Calcaires circumméditerranéens.	Marne et argile plastique.
Calcaires grossiers parisiens.	Gault et couches argileuses arénacées du grès vert.
Craie de Maestricht, de Meudon, d'Angleterre.	Argiles des Weald, grès de Tilgâet et Hastings.
Calcaire de Portland.	Argile de Honfleur et de Kimmeridge.
Coral rag, etc., calcaire à polypiers de Caen.	Argile de Dives et d'Oxford.
Calcaires oolitiques.	Argile, grès et charbon de terre de Brora et du Yorkschire.
supérieurs.	Argiles et grès à lignite de lias.
moyens.	Houille de Petit-Cœur.
inférieurs.	
Calcaire à encrines, à gryphées.	Les marnes, grès à végétaux et charbon du trias.
Muschelkalk.	
Zeichstein et magnesian limstone.	
Calcaire carbonifère.	Le terrain houiller.
Calcaire dévonien.	Charbons dévoniens et de la Loire.
Calcaire silurien, etc.	Schistes à graphtolites.
Calcaire cipolin.	Anthracite, graphite.
Calcaire marbre saccharoïde? etc.	Phyllades, stéaschistes, etc.

» M. Constant Prevost met sous les yeux de l'Académie un tableau synoptique qui représente, d'une manière théorique, les rapports et les enchevêtrements des deux grandes classes parallèles des formations marines et

fluvio-marines, et, à l'appui, il cite de nombreux faits qu'il a observés ou qui sont consignés dans les ouvrages généraux et les descriptions détaillées dus aux plus célèbres géologues de l'époque.

» Il présente aussi plusieurs dessins qui ont pour objet de représenter le synchronisme actuel des formations de toutes les sortes, et de donner un exemple des effets produits à trois époques différentes sur un même point du sol par suite de changement dans le relief de celui-ci, et le déplacement de foyer des causes agissantes; de telle sorte que des formations marines et fluvio-marines, littorales et pélagiennes, ignées et aqueuses, peuvent se succéder et alterner, bien que les causes productrices ne cessent pas d'agir.

» En résumé, pour classer par ordre chronologique les matériaux qui constituent le sol et caractérisent les terrains, on doit, préliminairement, grouper ces matériaux en séries partielles, d'après leur origine ou leur mode de formation.

» Il faut comparer les terrains entre eux dans les formations de même sorte, en prenant pour type celles qui sont les plus générales, les plus constantes; si les formations marines madréporiques ou bancs de Polypiers se rencontraient dans tous les étages du sol, ce seraient eux qui devraient servir de base à la classification des terrains, et ce serait l'étude des Polypiers fossiles qui pourrait le mieux faire connaître les changements organiques et spécifiques qui se sont opérés sous la seule influence du temps.

» A défaut, on peut prendre les calcaires grossiers à coquilles marines et à polypiers de toutes les époques, puis les roches arénacées argileuses et charbonneuses qui sont en connexion intime, et qui alternent avec eux. Il ne reste plus qu'à annexer à ces premières séries fondamentales, les formations aqueuses, estuariennes, fluviatiles, lacustres, palustrines, travertines, etc., puis les formations ignées synchroniques correspondantes; de cette manière, l'étude du sol devient, comme on le voit, aussi simple et facile que méthodique.

» Le synchronisme est donc, pour l'étude du sol et pour celle de l'histoire de la terre, un principe fondamental qui doit être pris en première et sérieuse considération, car il y a synchronisme dans les phénomènes, dans les événements comme dans les produits; on retrouve le synchronisme dans les grands faits comme dans les plus petits détails.

» Le synchronisme, qui est la contemporanéité de causes différentes agissant simultanément, semble d'autant plus difficile à admettre tout d'abord en géologie, que les effets de ces causes apparaissent sur tous les points, dans un ordre successif ou alternatif; aussi a-t-on déjà taxé le synchronisme géolo-

gique d'hypothèse ingénieuse, mais qui se trouve en contradiction avec les faits, ou, comme on le dit, contraire à l'évidence.

» Il en est cependant du synchronisme des causes géologiques comme de la continuité et simultanéité de celles qui produisent le jour et la nuit, le matin, le midi et le soir, depuis que la terre est éclairée par le soleil. Interrogez un habitant de Philadelphie, ou de l'Europe, ou de la Chine, et chacun vous dira qu'il a toujours vu le jour et la nuit se succéder alternativement; que jamais, nulle part, le soir, le matin, le midi, ne lui ont paru se confondre....

» De même qu'il y a synchronisme de formations, de roches, de minéraux, il y a synchronisme d'existence entre les êtres organisés de toutes les classes, de tous les ordres, de toutes les espèces; entre les végétaux et les animaux; entre ceux destinés à vivre sur les terres, ou dans les eaux douces, ou dans les mers, sur les rivages, ou dans les profondeurs, etc. Par conséquent, si, comme cela est certain, des circonstances analogues à celles dont nous sommes témoins, ont existé aux époques antérieures, les êtres devenus fossiles dans le même temps n'ont pu être les mêmes partout; et, bien plus, des êtres semblables ont dû être enfouis à des époques bien différentes.

» Il résulte de ces dernières considérations que, si les corps organisés fossiles peuvent servir à caractériser les formations, il s'en faut qu'ils puissent être employés aussi sûrement à caractériser les terrains.

» Les documents fournis par les fossiles, pour l'histoire de la terre et des diverses phasos par lesquelles elle a passé, sont sans doute très-précieux, mais il faut une grande prudence pour en user avec succès et surtout pour n'en pas déduire des conséquences telles que celles que beaucoup de paléontologistes donnent chaque jour comme des vérités déduites des faits, et que dans le monde on accepte comme tels, malgré leur invraisemblance, pour ne rien dire de plus : peut-on, par exemple, admettre que les terres et les mers ont été habitées dans le même moment par les mêmes espèces, parce que l'on regarde, à priori, comme de même âge les dépôts qui renferment les mêmes fossiles, tandis qu'il est beaucoup plus probable que les mêmes espèces ont habité successivement des lieux différents, qu'il y a eu des déplacements, migrations, désertions et même échanges par suite des nombreux changements de forme que la surface de la terre a subis, etc.? Rien ne conduit, en bonne géologie et saine logique, à admettre que des créations entières ont été subitement détruites par des cataclysmes universels, après les effets desquels de nouvelles créations auraient miraculeusement remplacé les premières, et cela non pas quatre ou cinq fois, mais cent fois et plus, si l'on voulait être conséquent avec les apparences.

» Rien n'annonce non plus, dans une autre hypothèse qui cadre mal avec la première, que l'organisation, d'abord simple et rudimentaire, aurait été se perfectionnant par suite de changements successifs ou subits survenus dans la nature des milieux ambiants, etc.

» Tout semble démontrer, au contraire, au géologue observateur, que les êtres vivants ou fossiles, les plus nouveaux comme les plus anciens, appartiennent à un grand et même plan d'organisation conçu dans son ensemble, et non exécuté pièce à pièce, et, pour ainsi dire, suivant des circonstances fortuites ou les besoins de chaque moment.

» On peut presque affirmer que, lorsque les roches les plus anciennes, dans lesquelles nous distinguons les premiers vestiges de corps organisés, ont été formées, le globe terrestre et sa surface étaient déjà dans des conditions presque analogues à celles qui l'entourent aujourd'hui; que les végétaux et les animaux fossiles ne différaient pas essentiellement, par leur organisation, des végétaux et des animaux vivants, et que les êtres actuels auraient pu s'accommoder de l'état extérieur de la terre à l'époque des terrains primaires supérieurs. Y a-t-il, physiologiquement et zoologiquement parlant, plus de différences entre les animaux devenus fossiles et ceux qui nous entourent, qu'il n'y en a entre les espèces de l'Amérique, de l'Europe et de la Nouvelle-Hollande?

» Il y a sans doute un grand fait qui résulte des observations géologiques et de l'étude chronologique des terrains connus; c'est que les espèces végétales et animales anciennes n'étaient pas celles actuellement existantes, qu'il y a même une sorte de passage entre les faunes et les flores des périodes successives jusqu'à la nôtre; mais c'est dans le temps une différence du genre de celle que présente, dans l'espace, la distribution géographique actuelle des êtres organisés. Le géologue et le zoologiste sont dans la même impuissance de rendre compte de ces différences: pourquoi pas de chameaux et de dromadaires en Amérique? pourquoi pas de lamas et de vigognes en Afrique? pourquoi les singes du nouveau continent diffèrent-ils génériquement de ceux de l'ancien? pourquoi des espèces spéciales de Félis? ici des lions, là des cougouards, etc., etc.

» Si ce ne sont pas là des mystères impénétrables pour la raison humaine, il semble qu'avant de chercher à les dévoiler, il est indispensable d'apprendre à ne pas confondre les caractères dus à l'essence intime des choses, avec ceux qui leur ont été imprimés, soit par leur origine, soit par leur époque.

» C'est en faisant une application de ces principes que M. Constant Prevost a été conduit à établir que, pour bien connaître le sol, il faut successive-

ment et isolément étudier la composition, l'origine et l'âge des matériaux dont il est composé.

» Il annonce que ce Mémoire doit être suivi de deux autres complémentaires: l'un sur l'emploi des fossiles dans la détermination de l'âge des terrains; l'autre ayant pour objet de démontrer que les phénomènes géologiques de l'ordre actuel agissent sur une échelle aussi grande que dans les temps précédents, et que les effets aujourd'hui produits ou qui pourraient l'être par des événements extraordinaires, mais possibles, ne sont et ne seraient inférieurs ni en étendue, ni en grandeur, ni en puissance, à ceux que nous offre la succession des terrains, en ne remontant, si l'on veut, que jusqu'à l'époque des terrains carbonifères inclusivement, pour éviter toute apparence d'exagération. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la rectification des orbites des comètes au moyen de l'ensemble des observations faites pendant leur apparition; par* M. Le Verrier.

(Commissaires, MM. Mathieu, Damoiseau, Mauvais.)

« Lorsqu'une comète nouvelle vient à paraître, on peut déterminer une première ébauche de son orbite au moyen de trois observations complètes, et peu distantes les unes des autres. Je suppose ici que l'astre ne se meuve pas dans l'écliptique; et je continuerai, pour plus de simplicité, à raisonner dans cette hypothèse, quoique la méthode que je veux exposer ne soit, en aucune façon, sujette à cette restriction.

» La comète ayant déjà parcouru une partie notable de son cours, on procède à une seconde approximation du calcul des éléments de l'orbite. On choisit pour cela trois positions complètes, aussi distantes les unes des autres qu'il est possible; de plus, on fait concourir à la détermination de chacune de ces positions un certain nombre d'observations voisines des époques moyennes auxquelles on les rapporte, afin de se baser sur des coordonnées plus précises.

» Enfin, quand l'apparition de l'astre est terminée, on réunit toutes les observations qui en ont été faites. Par leur ensemble, on détermine l'orbite la plus exacte qu'il soit possible de déduire des données qu'une seule apparition a fournies. A cet effet, on considère les seconds éléments comme une solution approchée qu'il s'agit de rectifier au moyen de corrections convenables. Pour déterminer ces corrections, on commence par calculer les positions géocen-

triques de la comète, avec les éléments provisoires, et aux instants des observations. On a soin de tenir compte des perturbations que le mouvement elliptique a pu éprouver de la part des planètes. Les excès des coordonnées ainsi obtenues, sur les coordonnées observées, sont considérés comme autant d'erreurs, provenant de l'inexactitude des éléments adoptés, et qu'on doit faire disparaître par la correction de ces éléments. On cherche donc quels changements les variations des éléments introduisent dans les positions théoriques; et si l'orbite provisoire est déjà fort exacte, on admet que les variations des coordonnées sont proportionnelles aux variations des éléments. En écrivant que les corrections des positions calculées font coïncider ces positions avec celles qu'on déduit de l'observation, on tombe sur autant d'équations de condition, du premier degré, qu'il y a eu de coordonnées observées. On applique à ces équations la méthode des moindres carrés, pour les réduire au nombre de six équations qu'il reste à résoudre.

» Les éléments qu'on emploie ordinairement, et dont on cherche la rectification, sont: le moyen mouvement diurne n, l'anomalie moyenne ζ à l'origine du temps, l'angle φ de l'excentricité, l'inclinaison i de l'orbite, les longitudes ϖ et θ du périhélie et du nœud. Je suppose, comme on le voit, l'orbite elliptique, et je m'en tiendrai à cette hypothèse : on passera aisément au cas du mouvement dans la parabole. Le choix des éléments, pris ici pour arbitraires immédiates, donne lieu à plusieurs difficultés que j'indiquerai plus facilement sur un exemple numérique.

» Je choisis pour sujet de comparaison la comète périodique de 1843, découverte à Paris, par M. Faye. Je prends pour les éléments provisoires qu'il s'agit de rectifier ceux que M. Nicolaï a donnés dans le n° 501 des *Astronomische Nachrichten*. Si je désigne, aux époques ci-dessous, par l, l', l'',... les excès des longitudes calculées sur les longitudes observées, j'aurai les équations de condition suivantes :

1843.	Décemb.	2,5...	$13247\,\delta n$	$+88856\,\delta\zeta$	$+33172\,\delta\varphi$	$+22935\,\delta\varpi$	$-20{,}1\,\delta i$	$-43\,\delta\theta$	$+l=0$,
	Décemb.	14,5...	14461	+86421	+33843	+22640	−2341	−77	$+l'=0$,
	Décemb.	26,5...	15183	+80033	+33040	+21259	−2459	−107	$+l''=0$,
1844.	Janvier.	9,5...	15988	+699·8	+31182	+18922	−2416	−138	$+l'''=0$,
	Janvier.	21,5...	16827	+60951	+29457	+16850	−2257	−161	$+l^{\text{iv}}=0$,
	Février..	4,5...	17956	+51521	+27665	+14720	−1988	−184	$+l^{\text{v}}=0$,
	Février..	16,5...	18941	+44675	+26378	+13231	−1727	−198	$+l^{\text{vi}}=0$.

Afin d'éviter les décimales, j'ai pris, pour unité de n, 100 secondes sexagésimales : j'ai pris 10 000 secondes sexagésimales pour l'unité à laquelle je rapporte les autres inconnues.

» Les coefficients sont calculés avec un grand nombre de chiffres. Il y a, à cet égard, une exactitude qu'il est nécessaire d'atteindre pour que la solution ne soit pas erronée; mais qu'il est très-important de ne pas dépasser, si l'on ne veut pas s'exposer à rendre l'emploi de la méthode des moindres carrés d'une longueur désespérante. Le 2 décembre, nous voyons que la variation de la longitude du périhélie produit dans la longitude géocentrique une variation égale à 22935 $\delta\varpi$. L'approximation avec laquelle on doit calculer le coefficient de $\delta\varpi$ dépendant de la grandeur absolue de l'inconnue qu'il multiplie, cette approximation ne pourrait être déterminée que si l'on connaissait à l'avance une limite de la valeur de l'inconnue. C'est à quoi l'on ne voit, en général, aucun moyen de parvenir, quand on prend pour inconnues les éléments de l'orbite, à moins d'exagérer les limites, et de tomber ainsi dans l'inconvénient de calculer les coefficients avec une beaucoup trop grande précision.

» Lorsque l'orbite qui sert de point de départ représente toutes les observations à quelques secondes près, il peut cependant arriver que, par l'ensemble des observations, on modifie considérablement les éléments adoptés. Il peut se faire que la position du périhélie varie de près de 1 000 secondes sexagésimales; et cette variation produit dans la longitude géocentrique un changement de plus de 2000 secondes, tandis qu'il ne s'agit en définitive de corriger cette longitude que d'une quantité deux cents fois plus petite. Il est donc nécessaire que des changements dans les autres éléments réduisent la variation totale à quelques secondes; et comme cette circonstance se reproduit la même dans toutes les équations, on voit qu'on est conduit à calculer de petites quantités par les différences de grands nombres. De là toutes les difficultés que ce fait entraîne habituellement après lui.

» En outre, lorsque la valeur isolée d'un terme du premier degré vient à s'élever jusqu'à 2 000 ou 3 000 secondes, ne doit-on pas craindre que la valeur des termes du second degré ne devienne très-sensible?

» On compliquerait outre mesure, et sans avantage réel, la solution du problème, si l'on écrivait autant d'équations de condition qu'il y a d'observations. On a prescrit depuis longtemps de réunir les observations *voisines* les unes des autres, et de considérer l'erreur moyenne qu'elles accusent dans les positions calculées comme correspondante à la moyenne des temps. Mais on n'a donné aucune règle pour juger pendant combien de jours l'erreur du calcul varie proportionnellement au temps, ce qui est la condition nécessaire pour que la marche indiquée soit admissible. On est donc exposé, ou bien à réunir des observations beaucoup trop distantes les unes des autres, ou bien

à compliquer la solution en ne rapprochant pas un assez grand nombre d'observations.

» Ces difficultés proviennent de ce que l'arc embrassé par les observations n'est jamais qu'une partie très-minime de l'orbite totale : d'où il suit que de très-faibles variations des longitudes et des latitudes de la comète en entraînent de très-grandes dans les éléments. Si l'on pouvait faire un autre choix d'inconnues, tel que les variations de ces inconnues fussent comparables aux variations des positions géocentriques, tel qu'on pût à l'avance poser les limites dans lesquelles se trouverait comprise la solution définitive, la résolution du problème de la rectification des orbites y gagnerait en netteté ; il en résulterait dans les équations de condition de grandes simplifications. Leurs coefficients seraient représentés par deux ou trois chiffres au lieu de cinq ; avantage immense dans des équations auxquelles on doit appliquer la méthode des moindres carrés.

» On réunit effectivement ces conditions lorsqu'au lieu de prendre pour inconnues les éléments de l'orbite, on adopte six coordonnées géocentriques, comme on le fait dans le calcul de l'orbite provisoire. Déjà, je l'ai dit plus haut, on est dans l'usage, quand on procède à la seconde approximation, d'employer six coordonnées à la précision de chacune desquelles on fait concourir plusieurs observations voisines. Seulement, comme les époques auxquelles on considère ces coordonnées sont distantes les unes des autres, on fait abstraction de la majeure partie des observations intermédiaires. Je propose de ne plus négliger aucune observation dans ce calcul ; de faire concourir leur ensemble à la détermination des six coordonnées géocentriques dont on a besoin pour en déduire les valeurs des éléments avec toute la précision désirable.

» Désignons, dans l'exemple choisi, par g, g', g'', b, b', b'' les longitudes et les latitudes géocentriques telles qu'elles seraient fournies par l'emploi des éléments provisoires le 2,5 décembre 1843, le 9,5 janvier 1844 et le 16,5 février 1844. On aura à déterminer les corrections δg, $\delta g'$, $\delta g''$, δb, $\delta b'$, $\delta b''$, dont ont besoin ces coordonnées pour qu'en les employant ensuite à la détermination des éléments, elles fournissent l'orbite la plus précise. Je ferai mieux ressortir les avantages qu'on y trouvera, en écrivant les équations de condition qui existent entre ces nouvelles arbitraires, et qui remplacent les équations précédentes. J'évite les décimales en fixant à 100 secondes sexagésimales l'unité de toutes les inconnues.

1843.	Décembre.	2,5.....	$+100\,\delta g$	$+\ 0\,\delta g'$	$-\ 0\,\delta g''$	$+\ 0\,\delta b$	$-\ 0\,\delta b'$	$+\ 0\,\delta b''$	$+l=0,$
	Décembre.	14,5.....	-16	$+232$	-155	$+157$	-387	$+281$	$+l'=0,$
	Décembre.	26,5.....	-46	$+258$	-149	$+147$	-362	$+164$	$+l''=0,$
1844.	Janvier...	9,5.....	-0	$+100$	-0	$+0$	-0	-0	$+l'''=0,$
	Janvier...	21,5.....	$+45$	-41	$+125$	-109	$+272$	-198	$+l^{\text{iv}}=0,$
	Février....	4,5.....	$+51$	-93	$+174$	-120	$+294$	-214	$+l^{\text{v}}=0,$
	Février....	16,5.....	$+0$	-0	$+100$	-0	$+0$	-0	$+l^{\text{vi}}=0.$

» Et d'abord, si l'on a soin de prendre pour arbitraires six coordonnées géocentriques correspondantes à des époques auxquelles aient été faites des observations nombreuses et précises, il est manifeste qu'en comparant ces observations aux positions calculées, on en déduira presque à vue, et à quelques secondes près, des limites des inconnues. Dans l'exemple ci-dessus on reconnaîtra facilement qu'aucune des inconnues ne peut atteindre 10 secondes sexagésimales.

» En partant de cette donnée, on verra que les coefficients des équations de condition sont calculés avec une exactitude suffisante pour que chacun des termes ne renferme pas une erreur de 0",1, ce qui est à désirer. Et cependant, combien ces coefficients sont plus simples que ceux du système précédent, qui ne fournissent pas plus d'exactitude! On doit encore remarquer que chacun des termes en δg, $\delta g'$,... est numériquement comparable en grandeur aux erreurs qu'il s'agit de faire disparaître, et qu'ainsi on ne calcule plus de petites quantités par les différences de grands nombres.

» Dans le premier système, la marche d'un terme isolé était beaucoup plus irrégulière que celle de la fonction dont il fait partie. On ne connaissait pas les limites des inconnues. Il était impossible, par ce double motif, de juger du laps de temps pendant lequel l'erreur des positions calculées pouvait être regardée comme proportionnelle au temps. Il en est tout autrement ici, où chacun des termes varie aussi lentement et aussi régulièrement que leur réunion, et où l'on a des limites fort approchées des valeurs des inconnues. Aussi voit-on avec facilité le nombre de jours pendant lequel on peut, à chaque époque, faire concourir toutes les observations à la détermination d'une position moyenne plus précise.

» Une fois les valeurs de g, g',... rectifiées, on les emploiera au calcul final des valeurs des éléments; ou bien, si on le préfère, on déduira la correction des éléments des corrections δg, $\delta g'$,.... On trouvera, par exemple, pour la correction de la longitude du périhélie :

$$\delta\varpi = 124{,}12\,\delta g + 284{,}88\,\delta g' - 227{,}19\,\delta g'' - 245{,}19\,\delta b - 602{,}37\,\delta b' + 439{,}66\,\delta b''.$$

Cette formule explique comment il se fait que les astronomes aient trouvé des résultats si discordants pour la longitude du périhélie de la comète périodique de 1843. On voit qu'une erreur de 10 secondes sur la latitude de la seconde observation produit ici une erreur de 6 024 secondes, c'est-à-dire de $1^{\circ} 40' 24''$ sur la longitude du périhélie. »

OPTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie mathématique de la lumière.* (Lettre de M. LAURENT, capitaine du génie, à M. *Arago*.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans les questions de physique mathématique, le géomètre doit chercher, selon moi, moins à donner des équations propres à représenter les lois de tel phénomène en particulier, qu'à remonter des effets aux définitions précises des causes. Dans les diverses communications que j'ai eu l'honneur de vous faire au sujet des mouvements vibratoires, suivant l'exemple de M. Cauchy, je n'ai admis, dans le calcul, d'autres fonctions arbitraires ou indéterminées, que celles qui résultent des définitions mêmes des éléments de l'élasticité et de l'état initial. Cette marche est évidemment la seule qui puisse conduire au but que je viens d'indiquer. Effectivement, l'état initial et l'élasticité d'un système de molécules sont complétement déterminés en définissant, d'une part, la constitution moléculaire, c'est-à-dire les masses et les dimensions des molécules, et, de l'autre, les forces d'attraction ou de répulsion mutuelle auxquelles ces molécules sont soumises, ainsi que leurs positions relatives et leurs vitesses à l'origine du temps. Or, les équations du mouvement des fluides, données par Poisson dans le XXe cahier du *Journal de l'Ecole Polytechnique,* contiennent une certaine fonction du temps $\varphi(t)$, à laquelle ce géomètre paraît avoir attribué, à priori, telle ou telle propriété, selon le genre de phénomènes auxquels il appliquait les équations en question. Ainsi, par exemple, Poisson suppose que lorsqu'il s'agit des vibrations lumineuses de l'éther dans un cristal, la fonction $\varphi(t)$ dépend non-seulement du temps, mais encore de la direction du mouvement. S'il s'agissait, au contraire, des vibrations lumineuses de l'éther dans les corps qui présentent le phénomène de la polarisation mobile, il faudrait attribuer à cette fonction d'autres propriétés, etc. Cependant la fonction $\varphi(t)$ n'est pas arbitraire, elle est, au contraire, complétement déterminée par les définitions de l'état initial et de l'élasticité du fluide, et on n'est pas maître de lui attribuer à priori telle ou telle propriété. D'un autre côté, les idées de Poisson ne fournissent

aucune indication sur les relations qui permettraient de déduire les propriétés de cette fonction des définitions de l'état initial et de l'élasticité, de façon qu'il est impossible de s'assurer si celles de ces propriétés qu'on se donne à priori sont compatibles avec ces définitions. En raison de ces considérations, je pense qu'il est permis de supposer que les équations du mouvement des fluides données par Poisson ne sont propres qu'à représenter les lois de certains phénomènes, et qu'il serait difficile d'en déduire les définitions précises des causes premières. Ainsi, par exemple, lorsqu'un fluide gazeux est soumis à une pression suffisante, sa constitution moléculaire éprouve une modification considérable en vertu de laquelle il passe à l'état de liquide. Quelle est la nature de cette modification? quelle est la cause qui substitue l'incompressibilité presque absolue des liquides à la grande compressibilité des gaz? Les idées de Poisson me paraissent insuffisantes pour résoudre nettement ces questions.

» Les développements dans lesquels je viens d'entrer étaient nécessaires pour préciser le point de vue sous lequel on peut considérer comme décisifs les résultats que Poisson paraît avoir déduits de ses équations, et faire voir qu'en définitive, ces résultats ne sauraient établir, d'une manière péremptoire, la légitimité des hypothèses de cet illustre savant sur la constitution moléculaire des corps, de façon à permettre de les adopter, sans réserve, dans l'étude de phénomènes autres que ceux qu'il avait spécialement en vue. La nécessité de cette observation deviendra encore plus évidente à la lecture des considérations suivantes:

» Il me paraît incontestable que, quel que soit le point de vue sous lequel on envisage le phénomène de la polarisation mobile, on ne peut l'attribuer, dans le système des ondulations, qu'à l'influence de la forme non sphérique des molécules. Telle est du moins la conclusion à laquelle on me semble devoir nécessairement arriver, pour peu qu'on y réfléchisse, dans l'état actuel de nos connaissances sur les causes générales de l'élasticité, et des notions les plus répandues sur la composition *atomique* des molécules. Or, le mouvement d'une molécule à dimensions finies se compose du mouvement de translation du centre de gravité, commun à tous les atomes dont la molécule est formée, et du mouvement de ces atomes relativement au centre de gravité. Nous désignerons le mouvement du centre de gravité sous le nom de *mouvement moléculaire*, et les mouvements des atomes, relatifs au centre de gravité, sous le nom de *mouvements atomiques*. On peut donc énoncer ce principe: *La polarisation mobile doit être attribuée, dans le système des ondulations, à*

l'influence des mouvements atomiques. Par conséquent, il convient de s'occuper spécialement des mouvements atomiques, non-seulement pour déterminer les conditions de la polarisation mobile, mais même pour arriver à définir complétement les vibrations lumineuses en général, puisque, ainsi que M. Biot l'a souvent répété avec raison, la rotation des plans de polarisation paraît dépendre de la nature la plus intime des rayons lumineux. Si l'on suppose que la forme et les dimensions des molécules demeurent invariables, les mouvements atomiques se réduiront à des mouvements de rotation. Mais cette hypothèse peut n'être pas admissible dans certains cas. Effectivement, les mouvements de rotation donneront naissance à une force centrifuge, qui tendra à *dilater* les molécules, c'est-à-dire à éloigner les atomes du centre de gravité. C'est même là une circonstance très-digne de remarque, puisqu'elle fait voir que les décompositions chimiques peuvent s'opérer sans l'intervention d'aucune force moléculaire nouvelle, par le seul accroissement de la vitesse de rotation. Je ne fais cette observation qu'en passant; elle se reproduira ultérieurement à propos de la définition de l'action répulsive du calorique. On doit donc admettre au nombre des mouvements atomiques ceux résultant de changements dans la forme et les dimensions des molécules. Il en résulte que les équations du mouvement, fondées sur l'hypothèse de l'invariabilité de forme et de dimensions des molécules, ne sont pas toujours applicables. Ces équations, comme vous le savez, sont au nombre de six, et contiennent un nombre pareil de variables principales, dont trois représentent les déplacements du centre de gravité mesurés parallèlement aux axes des coordonnées, les trois autres étant relatives au mouvement de rotation. Mais vous remarquerez que si l'on tient compte des pressions ou tensions intérieures des molécules, c'est-à-dire des forces ou affinités, supposées données à priori, qui maintiennent les atomes groupés en systèmes particuliers constituant les molécules telles que nous les concevons, on pourra considérer chaque atome comme entièrement libre. Dans ce cas, les équations du mouvement se réduiront à trois, et serviront à déterminer un nombre égal de variables principales représentant les déplacements *effectifs* d'un atome, que, pour fixer les idées, nous supposerons pouvoir être considéré comme un point matériel. Envisagé sous ce point de vue, tout milieu élastique, formé de molécules à dimensions finies, peut être assimilé à un système de points matériels soumis à des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, et il est évident que les équations les plus générales du mouvement d'un tel système doivent comprendre les lois des mouvements atomiques, même de ceux qui résultent de

changements dans la forme ou les dimensions des molécules. Toutefois, vous remarquerez, monsieur, que, pour que cette assimilation soit légitime, la constitution du système de points matériels devra généralement différer essentiellement, sous plusieurs rapports, de celle attribuée par M. Cauchy aux systèmes de points matériels dont il a étudié les mouvements vibratoires. Cependant, une longue réflexion sur ce sujet m'a conduit à soupçonner que, dans ces derniers systèmes, il devait, en général, pouvoir se propager des mouvements vibratoires analogues aux mouvements atomiques définis ci-dessus, de façon que ceux-ci pourraient bien n'être que des cas particuliers d'une classe spéciale de mouvements d'une définition plus générale. D'un autre côté, lorsque les mouvements vibratoires d'un système de points matériels se propagent dans tous les sens suivant les mêmes lois, M. Cauchy n'a reconnu, jusqu'à présent, que deux genres différents de vibrations: celles sans changement de densité, et celles accompagnées d'alternatives de condensation et de dilatation. En outre, si τ désigne la durée d'une vibration, et l la longueur d'ondulation, le développement du rapport $\frac{1}{\tau^2}$ en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes positives de $\frac{1}{l^2}$ ne peut, d'après l'analyse de M. Cauchy, contenir de terme constant ou indépendant de la longueur d'ondulation ; tandis que, s'il s'agit au contraire de vibrations par rotation d'un système de molécules à dimensions finies sensiblement invariables, ce développement contiendra, en général, un terme constant.

» Comment, en présence de ces circonstances, reconnaître dans les systèmes de points matériels considérés par M. Cauchy l'existence, si probable à priori, de mouvements vibratoires atomiques, analogues, par exemple, aux vibrations par rotation d'un système de molécules à dimensions finies? J'ai résolu cette difficulté, qui m'a longtemps arrêté, de la manière suivante :

» Ainsi que je l'ai dit plus haut, le mouvement d'une molécule à dimensions finies se compose du mouvement de translation du centre de gravité, commun à tous ses éléments ou atomes, et du mouvement des atomes relatifs au centre de gravité. Par conséquent, le mouvement effectif d'un atome résulte de la superposition de deux mouvements, dont l'un est commun à tous les atomes voisins, tandis que le second se présente sous la forme d'une variation ou perturbation, variable d'un atome à un autre, et constitue le *mouvement atomique* tel que je l'ai défini. Pour reconnaître les caractères spéciaux de ce dernier mouvement, il faut le considérer isolément, c'est-à-dire indé-

pendamment de tout mouvement du centre de gravité. Pour cela, concevons un système de molécules à dimensions finies sensiblement invariables, et supposons qu'il se propage dans ce système un mouvement vibratoire par rotation, c'est-à-dire sans déplacement du centre de gravité. Vous remarquerez, monsieur, qu'à un instant quelconque, les déplacements et les vitesses effectives des atomes, situés aux extrémités d'un même diamètre d'une molécule, sont de signes contraires. D'un autre côté, la sphère d'activité d'une molécule est généralement supposée comprendre un nombre immense de molécules. Il en résulte que les déplacements effectifs d'un atome, dans le mouvement vibratoire que nous considérons, étant proportionnels au cosinus d'une fonction linéaire des coordonnées de l'atome et du temps, ce cosinus devra varier assez rapidement avec les coordonnées, pour pouvoir changer de signe en passant d'un atome à un autre dans la même molécule. Ces considérations conduisent, par conséquent, à énoncer ce principe remarquable : *Les mouvements atomiques correspondent à des valeurs de la longueur d'ondulation, telle que M. Cauchy la définit, incomparablement inférieures au rayon d'activité des molécules.* Ce point établi, il m'a été facile de reconnaître que les mouvements atomiques des systèmes de points matériels considérés par M. Cauchy ne pouvaient, en général, être représentés par les équations linéaires aux différences partielles qu'il a données, les développements en série sur lesquels ces équations sont fondées pouvant n'être plus convergents lorsqu'il s'agit de ce genre de mouvements.

» En outre, les considérations précédentes démontrent, d'une manière décisive selon moi, que les définitions de la longueur d'ondulation et de la vitesse de propagation adoptées par M. Cauchy ne sont pas applicables à tous les genres de mouvements vibratoires, et qu'en ce qui concerne la théorie de la lumière, ces définitions préjugent les questions les plus délicates relatives à la nature des vibrations lumineuses. En ayant égard à ces circonstances, on peut s'assurer que dans les milieux élastiques en général, même dans ceux qu'on peut considérer comme formés d'une matière homogène continue, les mouvements atomiques tels que je les ai définis en dernier lieu, c'est-à-dire les mouvements dans lesquels les fonctions qui représentent les déplacements des éléments, varient très-rapidement avec les coordonnées, se propagent suivant des lois particulières, analogues aux lois de la propagation des vibrations par rotation dans les systèmes de molécules à dimensions finies. Ainsi, par exemple, τ désignant toujours la durée d'une vibration et l la longueur d'ondulation, longueur qui n'est plus, dans les mouvements ato-

miques, celle définie par M. Cauchy, le développement de $\frac{1}{\tau^2}$ en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de $\frac{1}{l^2}$ contiendra, en général, un terme constant ou indépendant de l.

» Les vibrations lumineuses de l'éther doivent-elles être rangées au nombre des mouvements atomiques? On n'hésitera pas à résoudre affirmativement, si l'on admet avec Poisson que la propagation rectiligne est le caractère distinctif de ces vibrations. En effet, considérons un système de points matériels dans lequel se propagerait un mouvement vibratoire qui ne serait sensible que pour les points situés dans l'intérieur d'un cylindre droit dont la section transversale serait très-petite, de façon que ce cylindre ou filet matériel vibrerait comme une corde tendue et indéfinie. Si, dans cette hypothèse, on forme les équations du mouvement d'un tel filet, on reconnaîtra que la durée des vibrations présente, en général, la propriété inhérente aux mouvements atomiques, c'est-à-dire que le développement de $\frac{1}{\tau^2}$ *pourra* contenir un terme indépendant de la longueur d'ondulation. L'exactitude de cette conséquence peut être vérifiée très-simplement, en réduisant le filet à une file unique de points matériels. Par le fait, la propagation latérale du mouvement ne peut être considérée comme rigoureusement nulle, mais la seule modification qui en résulte consiste en ce que le filet, au lieu d'être rigoureusement cylindrique, doit être supposé, au contraire, légèrement conique, du moins dans une portion limitée de son étendue. Donc, si les vibrations d'un tel filet peuvent effectivement se propager isolément, elles doivent nécessairement correspondre à des mouvements atomiques.

» Dans une Note sur la théorie de la lumière, que j'ai eu l'honneur de vous adresser dans le courant du mois de février dernier, j'ai donné des formules propres à représenter un flux indéfini de lumière, dans l'hypothèse où les vibrations lumineuses seraient atomiques, ou, plus généralement, dans l'hypothèse où la direction de propagation ne serait pas normale aux plans des ondes définis par M. Cauchy. J'ai conclu de ces formules que le mouvement de la lumière, dans un tel flux, pouvait, en général, être décomposé en une infinité de mouvements partiels que j'ai désignés sous le nom de *mouvements élémentaires*. Dans la Note citée, j'ai omis de remarquer que lorsque les vibrations sont atomiques, chaque mouvement élémentaire est, en général, divisé dans le sens de sa longueur par des *myriades* de lignes nodales rigoureusement fixes et parallèles à la direction de propagation. Cette circonstance est analogue à celle que présentent les vibrations par ro-

tation d'un système de molécules à dimensions finies. Effectivement, j'ai indiqué autre part des vibrations de ce genre, dans lesquelles l'axe de rotation de chaque molécule est parallèle à la direction de propagation. Les vitesses des éléments ou atomes situés sur cet axe même étant constamment nulles, il en résulte que cet axe est, par rapport aux atomes, une véritable ligne nodale fixe. Dans certains cas, les lignes nodales dont je viens de parler sont remplacées par des surfaces nodales, planes, équidistantes, parallèles entre elles et à la direction de propagation. Or, si l'on superpose une série de ces derniers mouvements, certaines de ces surfaces nodales peuvent leur devenir communes, de façon que la lumière reçue sur un écran perpendiculaire à la direction de propagation pourra présenter une série de raies fixes, dont le nombre et la disposition dépendront du nombre et de la nature des mouvements élémentaires dont la lumière est formée. Il en résulte qu'indépendamment de la propagation rectiligne, on trouverait peut-être dans les raies fixes du spectre de Fraunhofer de puissants motifs pour supposer que les vibrations du filet lumineux dispersé sont atomiques.

» En résumé, les trois phénomènes qui dépendent le plus de la nature intime des rayons lumineux, la polarisation mobile, la propagation rectiligne, et les raies du spectre, paraissent concourir à faire supposer que les vibrations lumineuses sont atomiques. Dans l'extrait de ma Note sur la théorie de la lumière, inséré dans le *Compte rendu* du 3 mars dernier, ce résultat n'est présenté que comme une conséquence des idées de Poisson. Je tenais, d'une part, à faire mes réserves sur ce dernier point, et, de l'autre, à vous indiquer les considérations qui m'ont guidé dans ces recherches. »

CHIMIE. — *Réponse de* MM. **Danger** *et* **Flandin** *aux communications faites, à la séance précédente, par* M. Orfila *et par* M. Barse.

(Commission des poisons minéraux.)

« L'Académie a reçu, lundi dernier, deux Lettres qui nous concernent: l'une de M. Orfila, l'autre de M. Barse. C'est à regret que nous nous voyons forcés d'y répondre. La science n'a rien à gagner à des discussions qui n'ont d'autre mobile que l'intérêt personnel.

» Sur la parole d'un journal, M. Orfila nous reproche d'avoir attaqué à faux un Rapport fait en justice, et qui lui était commun avec MM. Pelletier et Chevallier. S'il eût attendu la publication de notre Mémoire, M. Orfila aurait vu qu'il n'y est nullement fait allusion au Rapport dont il parle, mais seulement à des expériences à la suite desquelles *deux chimistes*, sur de fausses indica-

tions de la pile de Smithson, avaient cru un instant à l'existence du mercure dans une liqueur ou dans un rob qui n'en contenait pas. L'erreur, du reste, disions-nous, avait été réparée, et *dès lors le précepte donné de ne pas s'en tenir au changement de couleur de la lame d'or pour prononcer sur l'existence du mercure, mais d'exiger, sous forme de globule, la réduction du métal dans un tube.*

» Si M. Orfila eût connu ces paroles, qui sont celles de notre Mémoire, il se fût abstenu sans doute de réclamer la priorité d'une idée que nous n'avons pas songé à lui ravir, l'idée de volatiliser dans un tube le mercure appliqué sur la lame d'or de la pile de Smithson.

» En rappelant qu'il a publié un travail *dans lequel il a fait connaître les diverses causes d'erreurs auxquelles pouvait donner lieu l'emploi de cette pile, ainsi que les précautions qu'il importait de prendre pour éviter ces erreurs,* M. Orfila nous atteste implicitement que l'erreur dont nous avons parlé avait été commise non loin de lui. Mais on peut s'en assurer par la lecture de notre Mémoire, nous n'avons rien dit qui dût donner à penser qu'une pareille erreur ait été propagée dans un Rapport d'experts, et surtout qu'elle ait entraîné une condamnation judiciaire, deux choses que l'on nous a fait dire, à notre grand regret et à notre plus grande surprise.

» M. Orfila, en terminant sa Lettre, sollicite l'Académie de vouloir bien hâter la présentation du Rapport de la Commission chargée de lui rendre compte de nos travaux. *Des erreurs graves,* ajoute-t-il, *ont été débitées par ces messieurs, et bien des faits ont été donnés par eux comme nouveaux, quoique je les eusse publiés depuis longtemps.* M. Orfila nous paraît trop disposé à regarder comme un emprunt à ses idées tout travail fait en dehors de lui en toxicologie, de même qu'à taxer d'erreurs graves toutes les opinions qu'il ne partage pas. Mais le célèbre professeur ne s'expliquant pas sur les erreurs ou les larcins qu'il nous impute, nous ne pouvons ici que joindre notre prière à la sienne, pour demander à l'Académie de vouloir bien hâter la présentation du Rapport de la Commission chargée de lui rendre compte de nos travaux.

» L'auteur de la seconde Lettre est plus explicite que le maître dont il paraît adopter les doctrines : il veut bien formuler quels sont nos plagiats et quelles sont nos erreurs.

» Selon lui, d'une part, nous avons donné, comme un fait nouveau, en 1842, *la concentration des poisons dans le foie,* fait annoncé par M. Orfila dès l'année 1840. Nous le demanderons aux savants qui ont pris intérêt à ces questions, de quelle date est l'expression dont on veut bien se servir aujour-

d'hui, *concentration des poisons dans le foie?* Elle est postérieure à celle de l'expression *localisation des poisons,* par laquelle nous croyons avoir, les premiers, appelé l'attention des physiologistes sur un phénomène singulier et inattendu, à savoir, que les poisons n'étaient pas portés également partout, que l'émétique ne restait pas dans les poumons, que le cuivre n'apparaissait pas dans le liquide de la sécrétion rénale, etc., etc. Pour se rendre raison des causes qui faisaient trouver dans le foie plus de poison qu'ailleurs, M. Orfila invoquait tantôt la plus grande vascularité de l'organe, tantôt la nature de ses fonctions comme appareil de sécrétion. De notre côté, antérieurement à tout autre, nous croyons avoir montré, *par l'expérience,* que le transport des poisons dans le foie était direct; qu'il était opéré particulièrement par la veine porte, naguère empiriquement appelée la *porte des maux.* Or, n'étaient-ce pas là des opinions assez nouvelles pour mériter d'être signalées aux physiologistes?

» D'autre part, l'auteur de la seconde Lettre regarde comme inexactes plusieurs propositions qu'il dit avoir été soutenues par nous, à savoir :

« 1°. Que, sans contenir d'arsenic, certaines taches peuvent offrir les » caractères physiques, et la plupart des réactions chimiques des véritables » taches arsenicales. »

» L'Académie a prononcé sur ce point; tout le monde se rappelle qu'*elle a proscrit complétement la méthode des taches, qu'elle a déclaré sans valeur l'appareil de Marsh, considéré comme moyen de produire des taches* (1). Il est donc inutile de nous défendre ici nous-mêmes.

« 2°. Que les terrains des cimetières ne contiennent pas d'arsenic. »

» Comment aurions-nous pu émettre une pareille proposition? L'arsenic est un élément minéral du globe; ne peut-il pas, ne doit-il pas advenir qu'on ait établi des cimetières dans des terrains où ce métal se rencontre naturellement? A la suite de quelques essais sur les terres des trois principaux cimetières de Paris, nous avons annoncé que nous n'y avions pas trouvé d'arsenic. Mais qu'on recherche ce que nous avons écrit à ce sujet, et l'on verra que de l'absence de l'arsenic dans tel point d'un cimetière, nous n'avons pas même induit que ce métal ne pût pas se rencontrer dans un point plus ou moins éloigné. Il faut au moins accorder à ses adversaires la logique du bon sens.

« 3°. Que les animaux empoisonnés n'urinent point. »

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* tome XIII, page 57.

» Dans les empoisonnements *aigus* par l'arsenic, avons-nous dit, d'ordinaire les animaux n'urinent pas. L'absence, la rareté de l'urine sont un des symptômes de cette espèce d'empoisonnement, les médecins ne l'ignorent pas. Depuis qu'il a passé sous nos yeux un assez grand nombre de rapports faits en justice par des médecins instruits, nous avons vu se confirmer pour l'homme ce résultat aperçu dès nos premières expériences sur les animaux.

« 4°. Qu'il n'existe point de cuivre à l'état normal dans les organes de » l'homme. »

» Nous persistons dans cette opinion, en suppliant qu'on ne confonde jamais les deux expressions : *cuivre normal* et *cuivre accidentel*.

« 5°. Que, dans le sang des animaux empoisonnés, on ne retrouve point » de poison. »

» Nous n'avons pas émis une proposition aussi formellement absolue; nous avons dit qu'on ne trouvait pas dans le sang certains poisons, tels que le cuivre et le plomb. Nous savons qu'on y retrouve l'arsenic et l'antimoine. Nous espérons pouvoir un jour tirer de là quelques inductions qui ne seront peut-être pas sans utilité pour la thérapeutique.

» Enfin, l'auteur de la seconde Lettre proteste également contre cette assertion que « dans les expertises judiciaires, il est préférable de fractionner les matières, et qu'il suffit, par exemple, d'opérer sur 100 grammes » d'un foie pour constater la présence d'un poison. »

» Oui, selon nous, dans les expertises judiciaires, il est utile de fractionner les matières, et, dans les cas ordinaires, il suffit d'opérer sur 100 grammes de foie pour constater la présence d'un poison. Des procès récents nous ont prouvé qu'à cet égard nos assertions n'avaient rien de trop hardi, et nous les maintenons. Il est bien entendu, du reste, que, si l'on ne trouvait rien sur 100 grammes, il faudrait opérer sur 200, sur 500, et même sur 1000.

» L'Académie doit être fatiguée de ces vaines et trop longues discussions. Nous prévenons, quant à nous, que, pour nous mettre à l'abri d'une controverse irritante, nous nous abstiendrons désormais de répondre à des objections qui n'auraient pas plus de fondement que les précédentes. »

PHYSIOLOGIE. — *Des fonctions du pancréas et de son influence dans la digestion des féculents ; par* MM. **Bouchardat** *et* **Sandras**. (Extrait par les auteurs.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans le Mémoire sur la digestion des matières féculentes et sucrées, que

nous avons eu l'honneur de lire à l'Académie, le 20 janvier 1845, nous avons prouvé que c'était dans l'intestin grêle des animaux féculivores que s'opéraient les modifications principales qui rendent la fécule crue soluble dans l'eau, et parmi les conditions qui favorisent ces modifications, nous avons indiqué la présence d'un liquide sécrété, qui agit à la manière de la *diastase.* Il nous restait à rechercher quel est l'organe ou quels sont les organes qui sécrètent ce principe. La publication de ces recherches était subordonnée à la présentation d'un Mémoire sur la glucosurie annoncé depuis quelque temps par l'un de nous; car une question, toute semblable à celle que nous voulons traiter, s'y trouve longuement agitée, celle de la diastase extraite de l'estomac de malades affectés de glucosurie.

» *Salive.*—Le premier liquide auquel on devait naturellement songer est, sans contredit, la salive. « On sait, en effet, dit Burdach, que la salive favo-
» rise la fermentation des substances amylacées. On l'emploie, dit-on, en
» Chine dans la fabrication du pain, et aux Indes, dans la préparation des
» boissons spiritueuses. Leuchs a découvert que l'amidon, réduit en empois par
» la cuisson, et chauffé avec de la salive fraîche, devient liquide dans l'espace
» de quelques heures et se convertit en sucre. » Burdach ajoute plus loin, en discutant les propriétés physiologiques de la salive : « Le fait chimique le
» plus évident est la puissance que possède la salive de transformer l'amidon
» en sucre; il nous fournit des indices propres à apprécier sa manière d'agir. »
Schwan avait également indiqué le rôle de la salive dans la digestion, lorsqu'il dit : « La pepsine n'exerce pas son action digérante sur tous les aliments,
» elle ne l'a fait sentir qu'à l'albumine et à la fibrine; la matière caséeuse, la géla-
» tine et le gluten étant digérés par l'acide libre du suc gastrique, et l'amidon
» par la salive qui se mêle avec ce suc. » M. Desmarest avait fait connaître, il y a quelques années, à la Société de pharmacie, cette propriété que possède la salive de dissoudre la fécule. L'un de nous, en appliquant un procédé exactement calqué sur celui que M. Payen a fait connaître pour extraire la diastase de l'orge germé, a obtenu, le 14 mai 1844, de la diastase pure provenant de l'estomac d'un homme affecté de glucosurie. Le Mémoire annoncé depuis longtemps a été présenté à l'Académie le 7 avril 1845; mais, dès le 12 mars 1839, M. Bouchardat avait annoncé l'existence de la diastase dans l'estomac de ces malades. M. Mialhe, en appliquant aussi le même procédé de M. Payen, a extrait de la diastase de la salive; son Mémoire a été présenté à l'Académie le 31 mars 1845. Le travail de M. Mialhe et les expériences nombreuses que nous avons faites, et que nous croyons inutile de relater ici, confirment la découverte de Leuchs. Nous avons vérifié, entre autres

choses, que la salive, *rassemblée dans la cavité buccale de l'homme,* dissout la gelée d'amidon, et la convertit en dextrine et en glucose. Il restera à établir si toutes les glandes dites salivaires sécrètent un liquide contenant de la diastase. Il est un point important sur lequel nous ne sommes pas d'accord avec M. Mialhe : « J'ai donc cherché, dit-il, quels phénomènes » chimiques pouvaient être la cause de la transformation de l'amidon en » dextrine et en glucose; je me suis convaincu, par une foule d'expériences, » que cette transformation était *uniquement effectuée par la salive.* » (*Comptes rendus,* tome XX, page 957.) On le voit, M. Mialhe va plus loin que Leuchs; ce savant avait prouvé que, dans la digestion, la salive convertissait l'amidon en glucose. M. Mialhe prétend que cette transformation est uniquement effectuée par la salive. De deux choses l'une : ou cette assertion n'est qu'une idée avancée que l'expérience ne confirmera point; ou bien, dans notre Mémoire sur la digestion des féculents, lorsque nous avons rapporté des expériences nombreuses, exécutées sur des animaux vivants, qui établissent que la dissolution des féculents s'effectue principalement dans l'intestin grêle, nous nous sommes grossièrement trompés. La suite de ce travail va montrer de quel côté est l'erreur. C'est particulièrement chez les oiseaux granivores que nous avons étudié la digestion des féculents. Or, on sait que l'appareil de glandes qui sécrètent la salive est peu développé chez ces animaux. Ces glandes diffèrent aussi beaucoup, par leur structure, des glandes salivaires des Mammifères; elles semblent tenir le milieu entre les glandes mucipares et les vraies glandes salivaires. Elles sécrètent un liquide peu abondant, visqueux, qui ne possède qu'une action dissolvante équivoque.

» Le liquide contenu dans le renflement de l'œsophage d'une oie n'exerça aucune action dissolvante sur la gelée d'amidon; celui contenu dans le jabot de deux pigeons ne détermina qu'une dissolution a peine apparente.

» *Le suc gastrique, la bile et les divers matériaux organiques qui la composent, les membranes* isolées des diverses parties du canal digestif, lorsqu'elles sont bien séparées du liquide qui les baigne, n'exercent aucune action dissolvante sur les féculents.

» *Pancréas et liquide pancréatique.* — Nous sommes arrivés, par la méthode d'exclusion, à établir que la diastase qu'on rencontre dans l'intestin grêle des animaux féculivores ne se trouvait pas dans les principaux liquides versés dans l'appareil digestif; il ne nous reste plus qu'à étudier l'action du suc pancréatique; on ne sait rien de positif sur le rôle de ce liquide dans la digestion. « Le mode d'altération qu'éprouvent les aliments, dit M. Magen- » die, dans l'intestin grêle est inconnu. On voit bien qu'elle résulte de l'ac-

» tion de la bile, du suc pancréatique et du fluide sécrété par la membrane » muqueuse sur le chyme; mais quel est le jeu des affinités dans cette véritable opération chimique? on l'ignore complétement. » Nous croyons que les expériences que nous allons faire connaître établiront nettement le rôle le plus important du liquide pancréatique.

» *Liquide pancréatique.* — Nous avons pris une poule de forte taille; son pancréas a été mis à nu, nous avons séparé avec soin son canal principal, on l'a coupé à son extrémité duodénale, puis, à l'aide de douces pressions, on a fait en sorte de faire affluer dans ce canal le suc pancréatique; il est transparent, visqueux. Comme l'ont vu M. Magendie et MM. Leuret et Lassaigne sur d'autres animaux, il ramène au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Lorsqu'on le mêle avec de la gelée d'amidon, il la liquéfie et la transforme en dextrine et en glucose. Si l'on verse de l'alcool pur sur ce suc pancréatique, il se forme un dépôt qui agit sur la gelée d'amidon comme le suc pancréatique; c'est la diastase dont nous avions signalé l'existence dans l'intestin grêle des oiseaux granivores.

» La même opération fut répétée sur une oie de première force et non chargée de graisse. Malgré les plus grands soins, nous n'avons pu obtenir que quelques gouttelettes de suc pancréatique de propriétés alcalines très-faibles; il est visqueux et transparent; mêlé avec la gelée d'amidon, il la liquéfie avec beaucoup de puissance et la transforme en dextrine et en glucose. Si on l'étend de quelques gouttes d'eau, et si on le jette sur un très-petit filtre, il passe un liquide limpide qui, chauffé à 100 degrés, se trouble très-légèrement. Sur une portion de ce liquide, nous avons versé de l'alcool anhydre, il s'est formé un précipité blanc qui, recueilli par décantation, puis dissous dans l'eau, exerce une action tout à fait comparable à la diastase. Nous n'avons pu préciser l'énergie de cette substance comparée à la diastase, nous en avons eu trop peu à notre disposition; comme la diastase, elle est azotée; une chaleur de 100 degrés anéantit ses propriétés, de même que l'action des substances retardatrices diverses, dont l'un de nous a étudié l'influence dans son Mémoire sur la fermentation glucosique.

» C'est l'agent principal de la dissolution de féculents chez les oiseaux granivores.

» *Tissu du pancréas.* — La petite proportion de suc pancréatique que nous avons pu obtenir aurait bien limité nos essais, si nous n'avions trouvé un moyen simple de nous procurer une quantité plus forte du principe actif que cette glande sécrète. Nous avons pris, pour cela, le pancréas, après en avoir séparé, par une dissection attentive, les vaisseaux sanguins principaux

et avoir enlevé le sang qui pouvait souiller cet organe; nous avons constaté que le liquide dont il est gorgé ramène au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Quelques petits fragments de ce pancréas furent mêlés intimement avec de la gelée de fécule encore tiède et très-consistante; au bout de quelques minutes, cette gelée était convertie en un liquide sans viscosité.

» Nous avons fait une expérience semblable avec le tissu de plusieurs autres organes; avec celui du foie, aucun signe de liquéfaction; avec la langue imprégnée encore du liquide salivaire visqueux, action à peine sensible; avec les glandes sublinguales, action plus faible encore, quoique manifeste.

» Si l'on broie le pancréas et si on le délaye dans son poids d'eau, puis si l'on exprime, on obtient un liquide ayant un pouvoir dissolvant considérable. Par plusieurs précipitations avec de l'alcool et des dissolutions alternatives dans l'eau, comme dans l'opération et dans la purification de la diastase, on obtient un précipité floconneux qui, desséché rapidement, possède une propriété dissolvante très-énergique.

» Nous avons également vérifié que les pancréas du lapin, du chien et de l'homme contenaient un principe agissant sur la fécule comme la diastase.

» Il nous importait beaucoup d'examiner les organes sécréteurs du liquide diastasique chez des animaux qui jouissent, à un haut degré, du pouvoir de digérer les féculents. Nous rappellerons ici que, dans notre Mémoire sur la digestion des féculents, nous avons dit que, chez les pigeons, les grains de fécule disparaissaient avant la fin de l'intestin grêle. Si l'on ouvre l'abdomen de ces oiseaux, on aperçoit aussitôt un pancréas double très-développé qui est logé dans l'anse intestinale formée par le duodénum. Nous n'avons pu recueillir le suc pancréatique, car des canaux trop nombreux et trop déliés abouchent du pancréas dans l'intestin. Mais nous avons examiné le pancréas, le liquide contenu dans le duodénum chez des pigeons à jeun, le contenu du jabot, de l'estomac, les glandes salivaires mucipares.

» Si l'on ajoute quelques fragments hachés de pancréas de pigeon dans de la gelée d'amidon très-compacte et encore tiède, on remarque presque immédiatement une liquéfaction considérable. Si l'on mélange ce pancréas haché avec le double de son poids d'eau, au bout de quelques heures on obtient un liquide doué d'un pouvoir dissolvant très-remarquable. Pour extraire de la diastase de ce liquide, nous avions pensé à employer la chaleur pour nous débarrasser de l'albumine, comme M. Payen l'a fait pour le *maceratum* d'orge germé; mais par une exposition à une température de 70 degrés, qui a été peut-être un peu trop prolongée, une grande partie de son pouvoir

avait disparu. Pour en extraire la diastase, on est alors forcé de recourir à l'emploi alternatif des précipitations par l'alcool fort et de nouvelles dissolutions.

» Le liquide contenu dans l'estomac ou dans le jabot des pigeons n'exerce sur les féculents qu'une action dissolvante à peine appréciable; la liquéfaction est beaucoup plus manifeste à l'aide de la muqueuse de l'isthme du gosier, criblé, comme on le sait, de nombreux follicules et imprégné d'un liquide visqueux.

» La pâte demi-liquide contenue dans le duodénum dissout presque immédiatement l'amidon en gelée ; si l'on étend d'eau cette pâte et si l'on filtre, on obtient un liquide qui jouit du pouvoir dissolvant, et d'où l'on peut précipiter de la diastase à l'aide de l'alcool pur en quantité suffisante. On la purifie par des dissolutions et précipitations successives.

» Le principe qu'on prépare ainsi est-il identique avec celui qu'on extrait de l'orge germé? Il est difficile de résoudre cette question, car on n'est pas sûr de séparer complétement les matières diverses qui, dans ce mélange, sont associées à la diastase; il se pourrait encore que, suivant la nature des animaux, la puissance du principe dissolvant contenu dans le suc pancréatique varie; il serait plus énergique chez ceux où la promptitude de la dissolution est une condition d'existence à cause du peu d'ampleur du canal intestinal.

» Ces circonstances se trouvent réunies chez les pigeons; destinés à fendre les airs, ces oiseaux ne peuvent être chargés de ces replis volumineux du canal digestif qu'on remarque chez les mammifères vivant de féculents. Ces grands réservoirs de l'appareil digestif permettent un séjour et une macération plus prolongés des aliments qui, chez les pigeons, doivent être suppléés par un liquide dissolvant plus énergique et plus abondant. L'ampleur du pancréas et la petitesse du canal intestinal sont une de ces admirables harmonies dont une étude attentive nous révèle chaque jour l'existence.

» Remarquons encore que la dissolution de la fécule crue s'achève assez promptement dans l'intestin grêle de ces oiseaux, pour qu'à l'aide du microscope on en puisse suivre les progrès, et que la température ne dépasse pas 43°,5.

» Des faits que nous venons d'exposer, on peut conclure que le pancréas est l'organe qui, chez les animaux vivant de fécule, est principalement chargé de sécréter le liquide (suc pancréatique) qui contient le principe (diastase) propre à dissoudre ces aliments, et à permettre leur absorption et leur utilisation dans l'économie vivante.

» Les fonctions de cet organe important ont été jusqu'ici méconnues; nous venons d'en signaler une du plus grand intérêt, mais nous sommes loin de prétendre qu'elle est unique. Ce serait mal comprendre notre pensée que de dire que le pancréas fournit exclusivement le principe contenant la diastase. Les observations de Leuchs sur la salive ont démontré que ce liquide partage cette propriété; ainsi se trouvent confirmées ces prévisions de Galien sur la nature du pancréas. Chez les animaux où nous avons particulièrement étudié la digestion de la fécule crue, la salive joue un rôle très-secondaire, pour ne pas dire plus; c'est le suc pancréatique qui est presque exclusivement destiné à la dissoudre. Nous comprenons très-bien que, chez d'autres animaux, la salive intervienne dans ce phénomène pour une plus large part; mais il fallait être dirigé par des idées préconçues pour dire, comme on l'a fait, que la digestion des féculents était *uniquement* effectuée par la salive.

» Dans nos recherches sur la digestion, auxquelles nous avons consacré plusieurs années, nous nous sommes moins préoccupés d'établir des théories que de faire des expériences et d'en déduire des conséquences légitimes. Par la force de ces expériences, nous avons été conduits à rejeter la théorie de la digestion qui règne dans les écoles. Tous les aliments ne se convertissent pas en chyle, comme on le répète partout encore. Nos expériences ont prouvé que la digestion des substances protéiques gélatineuses (fibrine, albumine, caséum, gluten, gélatine, etc.) s'effectuait principalement dans l'estomac; que ces aliments dissous étaient immédiatement absorbés dans cet organe, et de là transportés dans le sang, c'est la *digestion stomacale;* que les matières grasses, liquéfiées par la température du corps de l'animal, émulsionnées par la bile, étaient puisées dans les intestins par les chylifères, c'est la *digestion intestinale;* que la dissolution des matières féculentes s'opérant à l'aide d'un principe agissant comme la diastase, sécrété principalement par le pancréas, commence dans l'estomac, mais s'accomplit surtout dans les intestins, et que le liquide qui en résulte est absorbé non par les chylifères, mais en partie par les vaisseaux de l'estomac, et en plus grande partie par les plus fines ramifications de la veine porte; c'est la *digestion mixte.*

» Ces résultats d'expériences, bien faciles à vérifier, sont loin d'être admis par tous les physiologistes; on aime beaucoup mieux suivre les errements d'une théorie facile que de chercher la vérité en répétant des expériences. Comme nous avons l'espérance d'avoir trouvé des faits importants, nous ne nous lasserons pas de combattre pour eux. »

MÉCANIQUE. — *Mémoire sur la distribution et le travail de la vapeur dans les différents systèmes de détentes variables qui peuvent être appliquées aux machines locomotives; par* M. **Bousson.**

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Lamé.)

Le Mémoire était accompagné de cette Lettre d'envoi :

« Appelé par mes fonctions à faire construire des machines locomotives pour le chemin de fer de la Loire, j'ai dû me livrer à des études complètes sur la distribution et le travail des machines, et principalement sur les différents systèmes de détentes variables applicables aux locomotives.

» J'ai réuni ces études en un Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Les résultats des différents systèmes sont tous représentés dans de grandes épures par un tracé géométrique qui reproduit exactement toutes les circonstances du mouvement relatif de la marche des tiroirs correspondant à ceux du piston.

» Les formules de calcul généralement admises leur sont ensuite appliquées, en tenant compte de toutes les phases de travail et de résistance de la vapeur.

» Enfin, je crois avoir établi que la préférence doit être donnée, sous tous les rapports, aux détentes variables complètes, employées dans les nouvelles machines des constructeurs français. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches théoriques et expérimentales sur les propulseurs à vis; par* M. **Bourgois**, officier de marine. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Dupin.)

« Le Mémoire ayant pour titre : *Recherches théoriques et expérimentales sur les propulseurs hélicoïdes*, est le fruit des études et des expériences d'un officier de marine attaché pendant quelque temps à l'usine d'Indret.

» Cet officier a entrepris ces expériences dans le but d'arriver à calculer tous les éléments qu'il importe de connaître pour fixer les dimensions de la vis qui convient à un bâtiment donné.

» Guidé par des considérations purement théoriques, et par les observations auxquelles il a pu se livrer pendant quatorze années de navigation, il a calculé des formules dont l'exactitude a été suffisamment vérifiée par les ex-

périences dont il est question; et ces mêmes expériences lui ont servi ensuite à en déterminer les coefficients.

» Au moyen de ces formules, il a recherché quelles seraient les formes et les proportions les plus favorables à l'action de la vis, et il a reconnu que le problème n'avait pas une solution unique, mais que cette solution variait avec la grandeur du navire. Il a divisé les navires en différentes catégories et donné les solutions relatives à chacune d'elles.

» Mais ces conclusions, déduites d'observations faites sur une petite échelle, pouvaient paraître moins rigoureuses lorsqu'il s'agissait de grands navires; il importait donc d'appliquer les formules au petit nombre d'expériences en grand sur lesquelles on avait des données un peu sûres. C'est ce que l'on a fait relativement aux expériences du *Napoléon*, et l'accord des résultats théoriques avec les résultats pratiques, semble une garantie suffisante de l'approximation donnée par les formules.

» Le Mémoire est divisé en deux parties.

» La première renferme le détail des expériences faites sur soixante-sept vis, différant toutes entre elles au moins par une de leurs dimensions, et qui ont été méthodiquement choisies. Les expériences faites sur chacune de ces vis se composent toutes d'un certain nombre d'observations de même espèce, offrant entre elles un grand accord; elles avaient particulièrement pour but de mesurer le recul de la vis, élément le plus important à connaître; et, comme on faisait varier les dimensions de la vis d'une manière méthodique, on a pu suivre ainsi les variations du recul en fonction des variations de chacune des dimensions de la vis, comparer la loi déduite des observations à la loi déduite du calcul, et calculer les coefficients des formules après que la loi qu'elles exprimaient a été ainsi vérifiée par l'expérience.

» La seconde partie du Mémoire embrasse les recherches théoriques qui s'appuient sur les expériences précédentes.

» Traitant de la propulsion des navires en général, l'auteur cherche à montrer que les pertes de travail étant proportionnelles aux forces vives imprimées aux molécules d'eau déplacées, il est essentiel de ne causer que le moindre déplacement possible au moindre nombre de molécules; que, par conséquent, la substitution de la pression au choc est le perfectionnement qu'il importe le plus d'appliquer aux propulseurs; que les roues à aubes, choquant normalement le liquide, sont dans les conditions les plus désavantageuses; et qu'enfin la vis, pour atteindre son haut degré de perfection, doit avoir une directrice courbée, de telle sorte que le liquide éprouve une

pression continue au lieu d'un choc brusque, et ne subisse alors qu'un faible déplacement.

» Les observations de l'auteur sur le phénomène de la dérive des bâtiments, lui ont démontré que la résistance des surfaces d'une certaine étendue donnait lieu, dans certains cas, à des anomalies singulières, qui se retrouvaient dans le mouvement rotatif de la vis, et dont l'auteur a essayé de tenir compte en introduisant dans les formules un facteur, fonction de l'obliquité de la force motrice, sur la longueur du corps en mouvement.

» L'introduction empirique de ce facteur a conduit, du reste, à des résultats vérifiés suffisamment par l'expérience, dans les limites que l'on s'impose ordinairement dans la pratique.

» Après avoir donné les moyens de calculer successivement, pour une vis d'une dimension donnée, son recul, le nombre de tours qu'elle donnera sous l'effort d'une puissance déterminée, la vitesse qu'elle imprimera au navire, et les pertes de travail dues à la propulsion, l'auteur se propose de résoudre le problème inverse, c'est-à-dire de déterminer les dimensions de la vis qui convient à un bâtiment dont les dimensions sont connues.

» Il arrive à proposer, pour les navires d'une certaine grandeur, une forme de vis analogue à celle des ailes de moulins; cette conclusion est précisément celle à laquelle est parvenu M. Reech, guidé uniquement par des considérations théoriques d'un ordre très-élevé.

» Le nombre des branches dont la vis doit être composée, le rapport qui doit exister entre son diamètre et la longueur de son pas, ont également été l'objet de l'attention de l'auteur, et ces questions ont été résolues à la fois au moyen des expériences et des formules.

» L'influence de la nature de la génératrice du propulseur a été étudiée, et une expérience précise démontre, contrairement à l'opinion généralement admise, que cette influence est à peu près nulle.

» Après avoir posé les principes, l'auteur en fait l'application aux bâtiments à vis déjà construits et expérimentés, et il trouve dans les expériences du *Napoléon*, purgées des erreurs qui se sont glissées dans leur compte rendu, la confirmation de la plupart des conclusions auxquelles il est arrivé.

» Il espère enfin démontrer clairement que la vis, qui déjà donne une vitesse à peu près égale à celle obtenue par les roues, peut être modifiée de manière à donner des résultats bien plus avantageux, qui décideront son adoption générale et la suppression des roues à aubes. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur les brises-lames flottants et sur les avantages qu'ils présentent pour abriter les bâtiments contre la grosse mer; par* M. DE CHABANNES.

(Commissaires, MM. Arago, Roussin, Beautemps-Beaupré, Poncelet, Lamé, Duperrey.)

A ce Mémoire sont joints plusieurs dessins, un petit modèle en bois de l'appareil, une copie du Rapport de la Commission de Toulon sur la glu marine, enfin une Notice sur le brise-lame flottant du capitaine Teyler.

CHIMIE. — *Note sur l'existence de l'arsenic dans les poudres bleues de cobalt connues sous le nom de bleu d'azur; par* M. O. BRIFFAUD.

(Commission des poisons minéraux.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Description et figure d'un appareil employé pour le satinage des papiers peints et au moyen duquel les ouvriers sont à l'abri des poussières dont l'inspiration pourrait être dangereuse; par* M. CARILLION.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen d'une Note de M. Blandet sur les accidents éprouvés par les ouvriers employés au satinage des papiers peints avec le vert de Schweinfurth.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note concernant un moyen d'assurer la fermeture du tube de propulsion dans les chemins de fer atmosphériques; par* M. A. MOUFLARD.

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

M. DUPUIS soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : *Nouveau système de locomotion pour le passage des rivières.*

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

CORRESPONDANCE.

M. le MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE adresse la Lettre suivante :

» J'ai l'honneur de vous informer que j'ai pris, le 1er septembre 1843, un

arrêté relatif à l'organisation du Conservatoire royal des Arts et Métiers, et que par l'art. 20 de cet arrêté, j'ai décidé que l'Académie des Sciences sera invitée à présenter un second candidat toutes les fois qu'il y aura lieu à pourvoir à une des chaires devenue vacante par le décès ou la démission du titulaire qui l'occupait.

» La mort si regrettable de M. Leclerc-Thouin me fait un devoir de m'adresser aujourd'hui à l'Académie, afin de ne pas laisser plus longtemps vacante la chaire d'Agriculture; déjà le Conseil de perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers a désigné M. Boussingault comme candidat.

» Veuillez, je vous prie, monsieur le Secrétaire perpétuel, en invitant MM. vos confrères à me désigner un second candidat, leur faire observer que rien ne s'oppose à ce que leur choix se porte sur la personne déjà présentée par le Conseil de perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers. »

Dans la vue d'éclaircir un point fort controversé, relatif à la destruction des Académies, M. **Arago** communique la Lettre autographe suivante, écrite par feu **Lakanal** à Lavoisier :

« Citoyen, la Convention nationale a chargé son comité d'Instruction publi-
» que *de lui faire incessamment un Rapport sur la suppression des Acadé-*
» *mies*. Je suis chargé de ce *pénible* travail; il me serait bien plus doux de me
» taire que de stipuler pour la barbarie; je vous prie de m'adresser vos vues
» sur la nécessité de conserver l'Académie des Sciences, dans la supposition
» trop réelle que l'on veuille proscrire toutes les Académies littéraires; le temps
» presse; on m'a déjà demandé mon Rapport à la séance de ce matin. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'électricité animale : du courant musculaire et du courant propre.* (Extrait d'une Lettre de M. **Matteucci** à M. *de Humboldt*.)

« Pise, 27 mars 1845.

» Afin de compléter tout ce qui est relatif au courant musculaire, je dirai d'abord que j'ai obtenu très-distinctement les signes de tension au condensateur, aux deux extrémités de mes piles musculaires. De même j'ai obtenu les signes de *décomposition électro-chimique* par le courant musculaire. Ce qui m'a particulièrement intéressé dans ces nouvelles recherches, ça été d'étudier, d'une manière beaucoup plus complète que je ne l'avais fait dans mes travaux précédents, d'une part, la relation entre l'intensité et la durée, après la mort, du courant musculaire, et, de l'autre, l'activité de la respiration et de

la circulation sanguine, la température du milieu dans lequel l'animal vit, son sang dans l'échelle animale. J'ai travaillé à cela pendant cinq mois, en soumettant à l'expérience, tous les jours, un certain nombre de grenouilles qu'on avait prises dans le même étang. De ces grenouilles, les unes étaient immédiatement tuées pour obtenir une mesure du courant musculaire; d'autres étaient placées, à la température de l'air extérieur, dans un appareil à l'aide duquel je pouvais savoir la quantité d'acide carbonique émise par une grenouille en un temps donné; d'autres enfin étaient placées dans un milieu ambiant dont la température était constamment à + 16 degrés. J'ai opéré ainsi sur des grenouilles qui avaient vécu depuis — 4 degrés jusqu'à + 16 degrés. Le résultat d'un si grand nombre d'expériences ne me laisse pas le moindre doute sur cette conclusion : l'intensité du courant musculaire est proportionnelle à l'activité de la respiration. J'ai également opéré sur des grenouilles conservées pendant un temps plus ou moins long dans l'eau *privée d'air*, et qui étaient par là dans un état plus ou moins prononcé d'asphyxie. C'est toujours au même résultat qu'on parvient.

» En opérant sur plusieurs animaux à sang chaud, j'ai vérifié, d'une manière plus complète, le résultat auquel j'étais déjà parvenu, c'est-à-dire que l'intensité du courant musculaire est proportionnelle au rang de l'animal dans la série des êtres, tandis que la durée de ce courant après la mort varie dans un rapport opposé. J'ai voulu étudier l'influence des différents gaz sur l'intensité et la durée du courant musculaire. J'ai disposé pour cela un appareil qui me permettait d'avoir une pile musculaire dans un certain milieu gazeux, et d'ouvrir et de fermer à volonté le circuit de cette pile avec le galvanomètre. J'ai opéré ainsi dans l'air atmosphérique, dans l'oxygène, dans l'air très-raréfié, dans l'acide carbonique, dans l'hydrogène. Dans ces différents milieux, la pile musculaire a fonctionné également, soit pour l'intensité, soit pour la durée. Le gaz hydrogène seulement a présenté une singularité qu'on n'aurait pu prévoir avant l'expérience. Cette singularité ne tient pas à une action de gaz sur les muscles, mais bien à un phénomène de polarité secondaire qui se vérifie, quelle que soit la source du courant. Le fait est qu'en opérant dans ce gaz avec une pile musculaire, la déviation reste constante pendant plusieurs heures. Cette nullité d'action des différents gaz nommés sur l'intensité et la durée du courant musculaire, prouve bien que l'origine de ce courant est dans le muscle même vivant ou pris sur un animal peu de temps après sa mort. Cette même conséquence est mise en évidence par une autre expérience. J'ai préparé avec de la membrane d'intestins très-fine un grand nombre de petites cavités coniques : j'ai rempli ces cavités avec de la fibrine séparée du sang d'un

bœuf qu'on venait de tuer; j'ai préparé rapidement avec ces éléments une pile qui était, en apparence, tout à fait semblable à mes piles de demi-cuisses. Je n'ai obtenu aucun signe de courant de cette pile. Cette pile a fonctionné avec le même résultat dans l'hydrogène et dans l'oxygène. C'est donc dans le muscle, par conséquent dans son organisation et dans les actions chimiques qui s'opèrent dans son sein lorsqu'il appartient à un animal vivant ou récemment tué, qu'existe la cause du courant. Les résultats les plus curieux, auxquels je suis parvenu dans ces derniers travaux, sont relatifs au courant propre de la grenouille. Je puis maintenant affirmer *que ce courant n'appartient pas exclusivement à la grenouille,* mais qu'il se manifeste dans tous les muscles de tous les animaux, pourvu que ces muscles présentent à leurs extrémités une terminaison tendineuse inégale. Tous les muscles qui ont d'un côté l'extrémité tendineuse plus resserrée, plus condensée que de l'autre, donnent le courant dirigé dans le muscle de l'extrémité tendineuse à la surface du muscle. J'ai vérifié ce résultat sur tous les muscles de la grenouille, ceux des membres supérieurs aussi bien que les muscles des membres inférieurs; sur des masses musculaires de pigeon, de lapin et de chien. Si j'ai bien compris les derniers travaux anatomiques faits sur la structure des muscles, sur ses rapports avec les tendons et le sarcolème, je ne puis pas hésiter à regarder le courant propre ou du tendon à la surface du muscle, comme le cas le plus simple du courant musculaire. Les fibres tendineuses se continuent avec les fibres musculaires, tandis que le sarcolème ne fait qu'envelopper les seules fibres musculaires. Ce résultat est rendu encore plus probable lorsqu'on se rappelle que les mêmes lois régissent le courant propre et le courant musculaire. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la décharge électrique de la bouteille.* (Extrait d'une Lettre de M. **Matteucci** à M. *Arago.*)

« Ayant eu dernièrement l'occasion de faire agir, dans une de mes leçons sur l'électricité, la nouvelle machine électrique d'Armstrong, j'ai cru de quelque intérêt de répéter avec cette machine les expériences de Colladon. La grande quantité d'électricité qui se développe avec cette machine m'a fait espérer que, même avec un galvanomètre ordinaire, on pourrait obtenir des signes de courant en faisant communiquer ensemble *la chaudière isolée* et le conducteur muni de pointes et *également isolé, contre lequel* est lancé le jet de la vapeur. C'est, en effet, avec un galvanomètre ordinaire dont le fil fait 200 tours et qui est muni d'un système statique peu parfait, que j'ai obtenu, en opérant comme j'ai dit, une déviation fixe dans la direction donnée par les conditions de l'expérience. Cette direction avait lieu dans un sens opposé,

en renversant la position des extrémités du galvanomètre, étant toujours dirigée de l'extrémité du fil tournée vers la vapeur à celle de la chaudière. J'ai tenté quelques expériences pour comparer l'intensité du courant à la tension de la vapeur dans la chaudière, et j'ai opéré depuis 2 atmosphères jusqu'à 5 successivement. La déviation fixe a augmenté de 3 degrés jusqu'à 10 degrés et 27 degrés en allant de la pression de 2 atmosphères à 4. Il m'a paru que la déviation était sensiblement la même pour des pressions supérieures à 4 atmosphères. En tenant avec un manche isolant une des extrémités du fil à une certaine distance du conducteur ou de la chaudière, tandis que l'autre extrémité du fil était en contact avec la chaudière ou le conducteur, on avait toujours une déviation constante dans l'aiguille, mais elle était toutefois moindre que celle qu'on avait lorsqu'il n'y avait pas d'interruption dans le circuit. Dans ce cas, même à la distance de plusieurs centimètres, il y avait une série d'étincelles qui apparaissaient sans aucune interruption. J'ai voulu pourtant m'en assurer par un des moyens très-ingénieux découverts par M. Wheatstone. C'était un disque tournant sur lequel j'avais tracé des raies noires. L'espace de temps qui s'écoulait pour passer d'une raie à l'autre était de 0,00009 de seconde; on voyait le disque immobile. Il est donc bien prouvé que la lumière n'était pas continue, et que c'était une série d'étincelles ou de décharges successives qui parcouraient le circuit, en donnant à ce circuit même les propriétés d'un conducteur parcouru par un courant voltaïque. La quantité énorme d'électricité qui est produite par cette machine dans toutes les circonstances atmosphériques, m'a permis de faire une série d'expériences qui complètent l'identité du courant électrique proprement dit avec la décharge de la bouteille. J'ai préparé un demi-rectangle en fil de cuivre tout à fait semblable au conducteur mobile d'Ampère. Les deux petits godets remplis de mercure où plongent les pointes du conducteur mobile sont fixés sur une colonne de résine. Le conducteur mobile est soutenu par un fil de soie sans torsion. J'ai fixé sur un pied de résine un fil de cuivre qui était, par conséquent, parallèle au plus long côté du rectangle, duquel on pouvait ainsi l'approcher et l'éloigner à volonté. Tout l'appareil était couvert avec une cloche en verre pour empêcher l'effet de l'agitation de l'air. Il n'est pas difficile de concevoir les dispositions de l'expérience pour réussir à faire passer la décharge d'une batterie dans les deux conducteurs, tantôt dans le même sens, tantôt dans un sens opposé; je ne m'arrête donc pas à les décrire. J'ai commencé par faire passer la décharge dans un seul des conducteurs, tenant l'autre ou isolé ou en communication avec le sol: tantôt la décharge passait par le conducteur mobile, tantôt par le conducteur fixe. Lorsque les deux conducteurs sont à la distance de 15 à 20 millimètres, en employant la

décharge d'une batterie de neuf bouteilles, dont chacune avait $0^{m.c.}$,12 de surface, on n'observait aucun mouvement dans le conducteur mobile, tout en l'observant avec la lunette du cathétomètre. A une distance moindre de 15 millimètres entre les deux conducteurs, on voyait toujours, dans tous les cas, le fil mobile légèrement attiré par le conducteur fixe. Cette même attraction se manifeste d'une manière bien plus évidente lorsque le conducteur fixe ou le conducteur mobile communique avec le conducteur de la machine électrique. Enfin, si l'on électrise le conducteur fixe avec des étincelles, le conducteur mobile est successivement attiré et repoussé. Ces phénomènes s'expliquent très-facilement par les attractions et répulsions ordinaires des corps électrisés, en présence des corps à l'état naturel. J'ai voulu seulement tenter ces expériences avec mon appareil, pour voir quelle part il pouvait avoir dans les phénomènes que je vais décrire. Les deux conducteurs sont disposés de manière que la décharge y pénètre en sens contraire. La distance entre les deux conducteurs a été de 10 à 15, jusqu'à 30 millimètres. J'avais commencé par observer le conducteur mobile avec la lunette; mais c'était inutile, car les mouvements de répulsion qui ont lieu dans le conducteur mobile au moment de la décharge, sont si grands qu'on peut les observer directement. En faisant passer le courant dans les deux conducteurs dans le même sens, on voit aussi, et d'une manière très-distincte, le conducteur mobile se précipiter, au moment de la décharge, sur le conducteur fixe. Ainsi, c'est sans aucune espèce de doute qu'on peut admettre que la loi fondamentale d'Ampère, de l'attraction des courants dans le même sens et de la répulsion des courants qui vont en sens contraire, se vérifie pour la décharge de la bouteille dans les mêmes circonstances.

» J'ajouterai enfin que j'ai répété encore mes expériences sur l'induction de la décharge de la bouteille (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. IV, février 1842) en faisant passer la décharge de la batterie à travers le fil d'une spirale plane en présence d'une spirale semblable, dont les deux extrémités sont réunies avec les bouts du fil d'un galvanomètre. A quelque distance que les deux spirales se trouvent, le courant d'induction, qui va toujours en diminuant à mesure que la distance augmente, est toujours dirigé dans le même sens que le courant de la bouteille. J'insiste sur ce résultat, parce que, en employant les procédés de l'aimantation pour juger de la direction du courant d'induction, on trouve tantôt ce résultat, tantôt le résultat contraire, suivant la distance des deux spirales et la tension de la décharge. Lorsqu'on fait agir le courant d'induction sur une autre spirale dont les extrémités communiquent avec le galvanomètre, le courant d'induction de second ordre qu'on obtient est dirigé en sens contraire du

courant inducteur. Ce sont là les résultats décrits dans mon Mémoire déjà cité, résultats que j'ai eu occasion de vérifier tout récemment. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les températures observées en Algérie; par* M. AIMÉ.

« On peut diviser en trois zones les climats de l'Algérie: le versant nord des montagnes de l'Atlas jusqu'au bord de la mer constitue la première; la seconde est représentée par les plateaux et les crêtes des montagnes; la troisième par le versant sud ou la pente qui conduit au désert de Sahara.

» Près des côtes, le voisinage de la mer se fait sentir et modifie beaucoup les températures extrêmes. Les variations des maxima aux minima sont plus faibles que dans l'intérieur.

» La température moyenne annuelle est à peu près la même pour toutes les villes du littoral; elle varie depuis 17°,5, qui est celle d'Oran, jusqu'à 18°,2, qui est celle de Bougie. La première de ces villes est située en partie sur une petite colline élevée de 50 à 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, en partie sur les deux pentes d'un ravin. La ville de Bougie, au contraire, est bâtie au pied d'un pic élevé de 670 mètres, et fait face, à peu près, au midi; elle est exposée à tous les vents chauds et se trouve garantie des vents du nord.

» Les températures maxima, que l'on éprouve dans les villes de la côte, dépassent rarement 36 degrés; elles sont produites par le vent du désert ou siroco. En hiver, il tombe souvent dans ces villes de la grêle et très-rarement de la neige. Dans l'espace de sept années, le thermomètre n'est descendu *qu'une* fois au-dessous de zéro à Alger. Au contraire, à Oran, ce phénomène est moins rare.

» Dans la deuxième zone, on trouve de grandes variations de température qui dépendent de l'élévation du lieu où l'on observe, au-dessus du niveau de la mer. On peut en juger par le tableau suivant:

VILLES.	TEMPÉRATURES moyennes.	HAUTEURS.	TEMPÉRATURES minima.	TEMPÉRATURES maxima.
		mètres.		
Sétif	13°	1 100	— 4°,5	38°
Médéah	14	920	— 2,0	36
Miliana	15	800	— 2,0	38
Constantine	17	600	— 2,0	40
Mascara	16	400	— 3,0	41

» Dans ces différentes villes, il tombe de la neige. A Constantine, elle séjourne quelquefois trois jours de suite sur le sol, et il est rare qu'elle persiste plus longtemps sans fondre. A Sétif, qui est le lieu le plus élevé et où il y a le plus de neige, il arrive presque toujours que celle qui est tombée dans la nuit fond vers dix ou onze heures du matin.

» Je ferai remarquer que les observations dont je me suis servi pour calculer les moyennes températures précédentes n'étant pas très-nombreuses, j'en ai supprimé les décimales dont je ne pouvais garantir l'exactitude.

» Sur le versant sud des montagnes de l'Algérie, au commencement du Sahara, la transition de climat est bien tranchée, et la température moyenne s'élève beaucoup. Pour en donner une idée exacte, je vais présenter quelques observations faites à Biskara, qui m'ont été communiquées par M. le docteur Vital.

DATES.	TEMPÉRATURES minima.	TEMPÉRATURES maxima.	DATES.	TEMPÉRATURES minima.	TEMPÉRATURES maxima.
1844.			1845.		
Août 16....	25°	41°	Février 1..	9°,5	12°,0
17....	26	39	2..	0,5	12,0
19....	26	44	3..	— 1,0	10,0
20....	22	40	4..	3,0	11,5
22....	23	38	5..	3,5	14,0
24....	27	43	6..	3,0	14,5
25....	26	43	7..	4,5	17,0
26....	25	41	8..	7,0	17,0
27....	27	40	9..	10,5	15,0
28....	26	41	10..	5,0	13,5
30....	25	37	11..	6,0	14,0
31....	22	37	14..	3,5	10,0
Moyennes...	25	40	Moyennes...	4,5	13,4

» Les thermomètres employés étaient placés sur la face nord d'un mur perpendiculaire au méridien du lieu, à 3 mètres au-dessus du sol.

» La température de l'eau d'un puits profond de 29 mètres, prise le 25 août 1844, a été trouvée de 22 degrés; à la fin de septembre, elle n'avait pas varié sensiblement. On peut, par conséquent, la considérer comme très-approchée de

la moyenne de l'année, mais cependant un peu supérieure à cette moyenne, à cause de la profondeur du puits.

» La latitude de la ville de Biskara étant d'environ 2° 30′ moindre que celle d'Alger, la variation de température est de 1° 6′ par degré du méridien.

» Malgré la faible élévation du Sahara algérien au-dessus de la Méditerranée, les gelées blanches y sont communes en hiver; on en remarque dans l'oasis des Ksour, dans l'Ouad-Mzab, pays des Mozabites, l'Ouad-Righ, etc.

» Il semble donc naturel de croire qu'il est possible d'appliquer, dans le Sahara, les procédés suivis en Asie pour obtenir de la glace au moyen du rayonnement nocturne. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le bolide du 27 octobre 1844, et sur une conséquence remarquable qui paraît résulter de son apparition; par* M. **Petit.**

« Malgré les recherches nombreuses dont elle a déjà été l'objet, la théorie des météores lumineux n'est, et ne paraît même devoir être longtemps encore, qu'ébauchée; car, lorsqu'on s'en occupe avec un peu de suite, on aperçoit sans cesse des points de vue nouveaux qui ne laissent pas, ce me semble, que de présenter un certain intérêt. Ainsi, indépendamment des zones d'astéroïdes qui correspondent aux mois d'août et de novembre, et dont l'existence ne paraît plus douteuse, il semble aussi, maintenant, incontestable qu'il existe une autre zone correspondant au mois de juin et au mois de décembre; que les astéroïdes de cette zone se montrent en moindre quantité, mais qu'ils sont plus volumineux, en général, que ceux des zones d'août et de novembre; qu'ils sont animés d'une vitesse tout à fait comparable à celle de la Terre; qu'ils tombent quelquefois sur cette planète; qu'ils brillent d'un vif éclat hors de son atmosphère, etc. Il paraît encore qu'il existe d'autres bolides plus isolés, dont le diamètre est très-considérable, tels, par exemple, que le bolide du 5 janvier 1837, et sans doute aussi ceux du 9 février et du 18 août 1841; que ces bolides, comme les précédents, brillent d'un vif éclat hors de l'atmosphère terrestre; qu'ils passent quelquefois très-près de nous, etc. En faisant même abstraction de l'intérêt scientifique que doit présenter l'étude de ces corps, moins avancée peut-être que ne l'était à l'époque de Régiomontanus, celle des comètes, et offrant d'ailleurs avec cette dernière une si grande analogie par suite de la croyance répandue pendant tant de siècles que les comètes n'étaient, comme les bolides, que de simples météores *sublunaires* dont il ne pouvait y avoir aucune utilité à déterminer la marche, il semble que l'étude des bolides mérite encore, à un autre titre, d'intéresser les habi-

tants de la Terre. Par cela seul, en effet, que les bolides pourraient, dans certains cas, produire de grands ravages à sa surface, comme cela fût arrivé, par exemple, si celui du 5 janvier 1837, avec son énorme volume et sa vitesse relative de 4800 mètres par seconde, eût rencontré notre planète, au lieu de passer à la faible distance de 27 myriamètres environ, il ne saurait être tout à fait indifférent pour nous d'acquérir des notions plus complètes et plus précises à leur égard, de savoir jusqu'à quel point le nombre et la vitesse de ces gros bolides sont considérables, etc.

» Ces diverses considérations, et beaucoup d'autres encore qu'il n'est pas nécessaire de développer ici, peuvent servir à expliquer l'intérêt qui s'attache à l'étude des astéroïdes quand on a commencé à s'en occuper. J'ajouterai que, pour ma part, je me trouve encore entraîné vers cette étude par un intérêt d'une autre nature, par le désir de vérifier, sur le plus grand nombre de cas possible, l'application de ma méthode, et par la satisfaction que j'ai éprouvée jusqu'ici en voyant cette méthode me conduire constamment au but avec facilité. D'ailleurs, presque toujours, dans une étude à peine ébauchée, on est conduit à quelque résultat inattendu, et par cela même, digne d'intérêt. C'est ce qui m'est arrivé dans le travail auquel je me suis livré sur le bolide du 27 octobre 1844; car, malgré la défiance avec laquelle j'ai d'abord accepté la conséquence principale de ce travail; malgré les essais nombreux que j'ai tentés pour vérifier cette conséquence; malgré les hypothèses défavorables que j'ai même employées dans mes calculs pour me convaincre de son inexactitude, j'ai toujours été inévitablement amené à conclure : que le bolide du 27 octobre semblerait indiquer l'existence de corps auxquels on pourrait donner le nom de corps *intra-stellaires*, c'est-à-dire de corps d'un volume considérable, *qui parcourraient l'espace en allant d'une étoile à l'autre, et qui, en rencontrant notre système solaire, ne feraient que le traverser, pour revenir à la région des étoiles de laquelle ils étaient partis.*

» Je sens combien un pareil résultat doit être énoncé, et surtout accepté avec réserve. Aussi, malgré les motifs nombreux que je pourrais avoir de le regarder comme réel, je me suis gardé de le présenter avec une entière assurance; car, pour pouvoir le présenter comme parfaitement démontré, il faudrait avoir d'autres preuves qu'un fait unique reposant sur deux observations seulement, et sur deux observations qui, par leur nature, offrent nécessairement une certaine incertitude. Cependant, après un travail consciencieux et même quelquefois un peu rebutant à cause du grand nombre d'essais qu'il m'a paru nécessaire de tenter, je n'ai pas cru devoir hésiter à signaler ce nouveau point de vue qui me paraîtrait susceptible d'attirer un peu d'atten-

tion sur l'étude des bolides, et surtout d'entretenir ou de réveiller le scrupule des observateurs. Il me semblerait véritablement curieux, en effet, que l'observation des vitesses dont auraient paru animés les aérolithes qui seraient tombés sur la terre, pût nous fournir, combinée avec l'analyse chimique, des renseignements sur la matière même des régions stellaires dont nous n'avions jusqu'à présent des nouvelles que par la lumière qui nous en arrive. Les détails dans lesquels je vais entrer permettront, au reste, de juger plus facilement du degré de confiance qu'on peut accorder au résultat que je viens d'énoncer.

» M. Giraud, président à la cour royale d'Angers, ayant communiqué à l'Académie une observation qu'il avait faite à Parcé (Sarthe), sur un gros aérolithe vers $9^h 40^m$ du soir, le 27 octobre 1844, et le *Journal de l'Indre* ayant publié une observation de ce même aérolithe, faite au *Blanc*, par M. Delatramblais, sous-préfet de l'arrondissement, ces messieurs ont bien voulu, sur ma demande, me donner les détails qui me manquaient pour calculer leurs observations. D'après M. Delatramblais, à partir du moment où le vif éclat du bolide l'eut averti de l'apparition, ce bolide serait descendu *à peu près verticalement*, mais en déviant un peu du nord vers l'ouest, et en prenant une grosseur extraordinaire, ainsi qu'un éclat beaucoup plus vif que celui de la pleine lune qui brillait au côté opposé, d'un point situé à égale distance environ entre l'étoile α du Cygne et l'étoile polaire. Le même point aurait été, le 14 février, à sept heures du soir (moment où M. Delatramblais m'écrivait), à peu près au cinquième de la distance qui séparait alors Cassiopée de la polaire. Ces deux indications sont on ne peut mieux concordantes entre elles et avec la position que la Lune occupait, en effet, dans le ciel le 27 octobre, à l'heure de l'observation. Elles doivent, par conséquent, donner une grande confiance en l'observation de M. Delatramblais. J'ajouterai, pour compléter cette observation, que la trajectoire apparente allait couper l'horizon à 50 ou 52 degrés du méridien, l'azimut étant compté du nord vers l'ouest. M. Delatramblais me donnait ce dernier renseignement avec assez de certitude, d'après l'orientation de la rue qu'il suivait quand le bolide se montra. Ses souvenirs, après quatre mois, ne lui ont pas permis de préciser la vitesse avec une aussi grande assurance; mais il lui semble cependant que de la hauteur du Cygne et de l'étoile polaire, jusqu'à 12 ou 15 degrés au-dessus de l'horizon, le bolide mit plusieurs secondes, peut-être trois ou quatre, *ou même moins*.

» Quant à M. Giraud, dans sa Lettre à M. Arago, il disait que le bolide avait brillé tout à coup d'une lumière très-vive; que la durée de son appari-

tion avait été de 2 à 3 secondes, la direction de sa course de l'est à l'ouest; que son diamètre était presque égal à celui de la Lune qu'il surpassait beaucoup par son éclat; enfin, que depuis le moment de l'apparition du météore, M. Giraud avait parcouru lentement avec d'autres promeneurs, et en s'entretenant avec eux de la beauté de ce météore, une distance de 266 mètres, mesurée le lendemain très-exactement, et qu'il supposait avoir exigé, pour être parcourue, environ 4 minutes de temps, lorsqu'on entendit dans la direction et à la hauteur où le météore avait disparu, une détonation semblable à celle d'une batterie de canons. Le ciel couvert d'une croûte de nuages à travers lesquels avait brillé *ce monstrueux aérolithe* ne permit pas à M. Giraud d'indiquer le nom de quelques-unes des étoiles qui furent rencontrées par le bolide; mais une allée de grands noyers qui se trouvait à sa droite, et dont le bolide avait rasé la cime, lui a fourni le moyen de m'indiquer plusieurs points de la trajectoire apparente. Voici, pour se mettre à l'abri des erreurs de l'heure, quel a été, dans ce but, le moyen ingénieux employé par M. Giraud.

» Une des façades de sa maison est orientée, dit-il, de telle sorte qu'elle contient, pour ainsi dire, la polaire dans son plan. Le 24 janvier, il guetta le moment où Sirius arrivait dans le plan de son mur en opposition avec l'étoile polaire. A ce moment il tira sa montre et il se transporta au lieu de son observation du 27 octobre. Arrivé là après quelques instants, il compta 10 minutes écoulées depuis le passage de Sirius, et plaçant alors sur le ciel, le 24 janvier à cette heure, la trajectoire parcourue par le bolide le 27 octobre, il trouva une ligne qui passait à travers les constellations de la grande Ourse et de Cassiopée, et dans des points de ces constellations que, pour plus d'exactitude, M. Giraud a bien voulu me faire connaître à l'aide d'une figure. Je dois ajouter que, pendant toute la durée de son apparition, le bolide présenta en avant de son mouvement une large échancrure qui semblait prouver que ce corps n'avait pas de mouvement de rotation sur lui-même.

» J'ai cru devoir rapporter avec quelques détails les observations de M. Giraud et de M. Delatramblais; d'abord, parce que toutes les circonstances physiques ont été employées dans mes calculs comme moyen de contrôle, à défaut d'un plus grand nombre d'observations simultanées, et ensuite parce que ces observations servant de base à un résultat qui me paraît véritablement digne d'intérêt, et qu'il ne m'est pas possible de contrôler à l'aide d'autres observations, il était nécessaire de montrer le degré de confiance qu'elles méritent. Il est facile de voir, d'après les détails dans lesquels je suis entré, que M. Giraud et M. Delatramblais possèdent des connaissances astronomiques qui ne permettent pas de supposer, de la part de ces observateurs, des erreurs plus

grandes que celles auxquelles auraient été exposés sans doute, dans ce genre d'observations, les astronomes de profession eux-mêmes. Et cependant, pour détruire les conséquences auxquelles je suis arrivé, il faudrait non-seulement supposer les erreurs assez considérables que comportent toujours des observations faites sur les bolides, et que j'ai même peut-être exagérées dans cette circonstance; mais il faudrait aller jusqu'à admettre que pour M. Giraud, le bolide du 27 octobre s'est montré vers le *sud* au lieu de paraître vers le *nord;* que la durée de son apparition a été de 30 à 40 secondes, au lieu d'être de 2 ou 3; que ce corps allait du *sud* au *nord,* au lieu d'aller de l'*est* à l'*ouest,* etc. Il faudrait supposer encore que pour M. Delatramblais, la trajectoire, au lieu d'être à peu près verticale, aurait été presque horizontale, etc.; suppositions auxquelles il ne me paraît pas possible de s'arrêter.

» Dans les modifications successives que j'ai dû faire subir aux observations pour satisfaire, non-seulement aux conditions mathématiques, mais même aux diverses circonstances physiques de ces observations, je me suis attaché à altérer à peine ceux des éléments sur lesquels les erreurs étaient peu supposables, tels que la direction de l'est à l'ouest, donnée à M. Giraud, par la cime des noyers, l'azimut du pied de la trajectoire indiqué par celui de la rue que suivait M. Delatramblais, la position presque horizontale de cette trajectoire pour l'un des observateurs, presque verticale pour l'autre, éléments dont les modifications les plus probables auraient d'ailleurs, pour la plupart des cas, altéré les résultats auxquels j'arrivais, dans un sens favorable. J'ai fait varier, au contraire, dans des limites considérables, les éléments qui paraissaient plus sujets à des erreurs et dont les variations pouvaient aussi le mieux, en général, masquer les résultats: tels, par exemple, que la durée de l'apparition, la position du point de départ du bolide pour chacun des observateurs, et la hauteur à laquelle il parut se mouvoir pour M. Giraud, car un faible déplacement devait influer considérablement sur cette hauteur à la distance probablement assez rapprochée, d'après la position de la trajectoire, qui séparait M. Giraud de l'allée des noyers dont le bolide parut raser la cime. J'ai même été jusqu'à admettre, sur l'observation de M. Giraud, une erreur de temps correspondant à une durée sept ou huit fois plus grande que celle assignée, ainsi qu'une erreur de 20 degrés sur la hauteur de la trajectoire apparente, et j'ai trouvé constamment un résultat identique. Il y a même cela de remarquable, que la trajectoire à laquelle je suis arrivé après quatorze approximations successives, en exagérant de plus en plus la petitesse de la vitesse apparente, et qui suppose, non-seulement les erreurs précédentes dans un sens défavorable, ainsi que je l'ai déjà dit,

mais encore qui réduit de 78 à la limite extrême 66 degrés, l'inclinaison résultant de l'observation directe de M. Delatramblais pour le plan à peu près vertical dans lequel se mouvait le bolide, est précisément aussi la trajectoire qui correspond à un minimum pour les distances à la Terre et aux observateurs, pour la vitesse apparente, et par suite, pour la probabilité du résultat que j'ai énoncé plus haut; car, si l'on supposait les erreurs plus grandes encore, chacune des quantités précédentes croîtrait aussi de nouveau. En m'arrêtant à cette trajectoire, je ne la présenterai donc pas ici comme la trajectoire réelle; j'ajouterai même qu'elle n'est peut-être pas la plus approchée; mais elle me paraît être, du moins, celle qui peut forcer le plus l'exagération dans le sens défavorable au résultat que mes premiers essais m'avaient fait entrevoir et dont j'avais surtout en vue, dans les essais suivants, de vérifier l'exactitude. Je dois dire aussi cependant que si, pour abréger, je me borne à donner ici les principales circonstances de la marche du bolide, déduites de la dernière trajectoire, on n'en aura pas moins pour cela une idée très-convenable du mouvement relatif de ce corps; car les diverses trajectoires auxquelles j'ai successivement été conduit, ne feraient qu'éloigner de plus en plus le bolide des observateurs sans altérer, d'une manière trop considérable, la direction qu'il suivait par rapport à la Terre. Il est vrai qu'il n'en serait pas ainsi de son mouvement par rapport au Soleil, parce que la vitesse apparente modifie considérablement la direction de ce mouvement; mais, dans tous les cas, on arriverait aux mêmes conséquences, et avec tout autre système de trajectoires que celui auquel je me suis arrêté, on serait plus forcément conduit à la conclusion à laquelle j'arrive. Il serait donc suffisant, pour justifier cette conclusion, de donner ici celle des trajectoires qui paraît en réduire la probabilité à un minimum.

Vitesse relative du bolide par rapport à la Terre, au moment de l'apparition. . . . . 77 600 mètres par seconde.

» Cette vitesse est cinq ou six fois plus faible que celle qui résulterait de l'estimation de M. Giraud, et au moins deux fois plus faible que celle déduite de l'estimation de M. Delatramblais. Mais M. Delatramblais lui-même ne donne son estimation, faite quatre mois environ après l'apparition, qu'avec une certaine défiance, et il a soin de dire d'ailleurs qu'en évaluant la durée à trois ou quatre secondes, il s'est peut-être trompé en plus: d'où il résulte que la vitesse précédente peut être considérée comme une limite très-inférieure. Il est remarquable, du reste, qu'on pourrait encore presque la sousdoubler sans détruire les conclusions.

Vitesse absolue du bolide dans l'espace au moment de son apparition. . . . 73 540 mètres.

Éléments de l'orbite relative que le bolide décrivait autour de la Terre, au moment de son apparition, en vertu de la vitesse relative donnée plus haut, et de la direction de cette vitesse.

Excentricité $e = 40,59979$.
Demi-grand axe $a = -67341,49$ mètres.
Æ du ☊ ascendant sur l'équateur $= 147°50'42'',08$.
Inclinaison sur l'équateur $I = 64° 33' 38'',65$.
Distance périgée $\varpi = 2666709$ mètres.

Instant du passage au périgée $= 9^h 51^m 32^s,03$ { temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octobre.
Instant de l'entrée du bolide dans la sphère d'activité de la terre $= 6^h 57^m 42^s,2$.......... } temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octobre.
Sens du mouvement géocentrique : rétrograde.
Instant de l'apparition du bolide $9^h 50^m 12^s,00$ { temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octobre.

» D'où j'ai déduit les éléments suivants pour l'orbite que le bolide décrivait autour du Soleil, avant d'être soumis à l'influence perturbatrice de la Terre :

Excentricité $= 3,559387$.
Demi grand axe $= -0,2775041$ } la distance moyenne de la Terre au Soleil étant l'unité.
Distance périhélie $= 0,7102405$ }
Inclinaison de l'orbite sur l'équateur $= 64°23' 55'',18$.
Æ du ☊ ascendant sur l'équateur $= 218°41'53'',96$.
Æ du périhélie $= 70°43'6'',43$.
Longitude du périhélie dans l'orbite, à partir du ☊ ascendant $= 216°0'37'',07$.
Instant du passage au périhélie $= 13^h 45^m 45^s,6$ { temps moyen de Paris compté de midi, le 14 novembre.
Sens du mouvement héliocentrique : direct.

» Il résulte de ces éléments qu'avant d'être soumis à l'action de la Terre, le bolide se mouvait dans une hyperbole autour du Soleil. D'où il suit aussi, comme conséquence, que ce corps ne faisait que traverser le système solaire tout entier, et que, par conséquent, il avait dû venir de la région des étoiles. Du reste, pour vérifier, autant que possible, ce résultat, j'ai voulu m'assurer si le bolide n'aurait pas pu être lancé de la surface lunaire, et j'ai trouvé les nombres suivants :

Temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octob.	Heures où le bolide était à une distance de la Terre qui aurait pu lui permettre de se trouver dans la sphère d'attraction de la Lune.	Positions de la Lune. Ascension droite de la Lune.	Positions de la Lune. Déclinaison de la Lune.	Distance du bolide à la Lune.
Heure où le bolide aurait pu se trouver à l'entrée de la sphère d'attraction de la Lune........	$8^h\ 9^m\ 18^s,5$	$49°38'16'',65$	$+19°29'\ 7'',97$ B	$336\,587\,900^m$
Heure où le bolide aurait pu rencontrer la Lune et, par conséquent aussi, être lancé de la surface de cet astre............	$8^h\ 23^m\ 42^s,7$	$49°45'45'',93$	$+19°30'15'',08$ B	$305\,861\,500^m$
Heure où le bolide aurait pu se trouver à la sortie de la sphère d'activité de la Lune............	$8^h\ 38^m\ 6^s,8$	$49°53'15'',56$	$+19°31'28'',65$ B	$287\,423\,100^m$

» Ainsi le bolide s'est toujours trouvé à une distance de la Lune presque aussi considérable que la distance moyenne de la Lune à la Terre (381 972 000 mètres). Bien que je n'aie pas cru qu'il fût nécessaire de refaire le même calcul avec toutes les trajectoires, pour discuter complétement une supposition d'ailleurs extrêmement peu probable, il m'a paru résulter, avec une certitude plus que suffisante, de quelques considérations géométriques dont je me suis servi pour m'en assurer, que toutes les autres trajectoires conduiraient à la même conséquence. J'ai pensé aussi qu'il serait intéressant de connaître combien de temps le bolide aurait dû employer pour nous arriver de la région des étoiles, et j'ai trouvé, ce qu'il eût été facile d'ailleurs de prévoir, que ce temps est loin d'être aussi considérable qu'on pourrait être porté à le supposer au premier abord. En effet, pour venir de la 61e du Cygne, dont la parallaxe annuelle peut être supposée égale à $0'',42$, valeur moyenne entre la détermination de MM. Mathieu et Arago et celle de M. Bessel, le bolide du 27 octobre, dans son mouvement hyperbolique, n'aurait employé que 46166 ans, et pour venir de l'étoile α du Centaure, à laquelle M. Henderson a cru reconnaître une parallaxe annuelle de $1'',0$, le même bolide n'aurait employé que 17000 ans, ou, plus exactement, 16787,56 ans; encore même pourrait-on réduire les nombres précédents au tiers ou au quart de leur valeur, sans sortir des limites très-probables que leur assigneraient les observations de M. Giraud et de M. Delatramblais.

» J'ai voulu connaître aussi les modifications que l'action de la Terre avait apportées dans les éléments hyperboliques du bolide au moment de son apparition, et j'ai reconnu que ces modifications, quoique très-sensibles, étaient cependant encore assez petites eu égard à l'incertitude des observations, pour qu'on pût presque toujours, dans les cas de bolides animés de très-grandes vitesses, substituer l'orbite troublée à l'orbite pri-

mitive, et éviter ainsi une partie considérable des calculs que j'ai effectuées sur le bolide du 27 octobre. Voici, en effet, quels étaient les éléments modifiés par la Terre au moment de l'apparition du bolide :

	Différences avec les éléments primitifs, moins éléments troublés.
Excentricité = 3,716206	−0,1568190
Demi-grand axe = − 0,2612844	−0,0162197
Distance périhélie = 0,7097022	+0,0005383
Inclinaison de l'orbite sur l'équateur = 62°51′53″,7	+1°32′ 1″,48
Æ du ☊ ascendant sur l'équateur = 219° 9′ 9″,51	−0°27′15″,55
Æ du périhélie = 70°23′13″,31	+0°19′53″,12
Longit. du périhélie dans l'orbite, à partir du ☊ ascend. = 215°38′19″,5.	+0°22′17″,57
Instant du passage au périhélie, le 14 novembre, à $4^h 41^m 0^s,0$ (temps moyen de Paris, compté de midi)	$+9^h 4^m 45^s,60$
Sens du mouvement héliocentrique. . . . . direct.	

» L'inclinaison de l'orbite et l'instant du passage au périhélie sont les éléments qui ont éprouvé les modifications les plus considérables, et ces modifications sont trop peu importantes pour que, dans les cas analogues, il soit absolument nécessaire de remonter à l'orbite primitive lorsque l'observation immédiate aura donné l'orbite troublée. Cependant il sera toujours convenable, pour conclure avec certitude, de suivre la marche que j'ai adoptée dans le cas actuel. Cette remarque pourrait surtout s'appliquer au bolide du 3 juin 1842, dont j'avais plus particulièrement en vue, lorsque je le calculai, de déterminer la hauteur et les distances à la Terre, et sur lequel je me propose de revenir; car des considérations nombreuses m'amènent à penser que son orbite primitive, dont je ne me suis pas occupé, était une ellipse, bien que son orbite troublée ait paru être une orbite hyperbolique.

» Voici maintenant quelques autres particularités qui se déduisent de la trajectoire apparente, et qu'il ne sera pas inutile de rapporter ici :

Distance du bolide à la Terre quand il était au méridien de Paris, lieu de l'observation de M. Giraud, c'est-à-dire à peu près au milieu de sa course	467292 mètres.
Distance du bolide à Paris, au même moment	497017

Position du point de la Terre au-dessus duquel était alors le bolide	Latitude boréale. .	= + 49° 19′	Ce point est situé dans la Manche, sur les rochers du Calvados, aux environs de Notre-Dame-de-la-Délivrance.
	Longitude occident. par rapport au méridien de Paris. .	= − 2° 33′	

Distance du bolide à la Terre quand il disparaissait pour M. Giraud..... 37 992 mètres.

Distance du bolide à Parcé, dans le même moment.................. 160 283

Position du point de la Terre au-dessus duquel passait alors le bolide..........	Latitude boréale = + 48°18′20″ Longitude occid. = — 3°47′22″	Ce point est dans le département d'Ille-et-Vilaine, aux environs de Mézières.

Distance minima de Parcé à la trajectoire.......................... 124 723 mètres.

Distance du bolide à la Terre quand il était le plus rapproché de Parcé... 28 933

Position du point de la Terre au-dessus duquel se trouvait, à ce moment, le bolide.............. ...	Latitude boréale. = + 48°1′ 3″ Longitude occid. = — 4°9′26″	Ce point est entre Pontreau et Plélan, dans les environs de Rennes.

Distance du bolide à la Terre quand M. Delatramblais, averti par son éclat, l'aperçut dans le ciel à la hauteur du Cygne et de l'étoile polaire. } 433 393 mètres.

Distance du bolide au Blanc dans ce même moment................. 533 949

Position du point de la Terre au-dessus duquel passait alors le bolide..........	Latitude boréale. = + 49°13′30″ Longitude occid. = — 2°34′20″	Ce point est dans le Calvados, entre Bonneville et Caen.

Distance du bolide à la Terre quand le faîte d'une maison le cacha à M. Delatramblais, vers 12 ou 14 degrés de hauteur au-dessus de l'horizon.........	72 903 mèt.	J'ai adopté, pour la position de ce point dans le ciel, Æ = 251°, D = 36°20′.

Distance du Blanc au bolide à ce moment.. 274 177

Position du point de la Terre au-dessus duquel passait alors le bolide..........	Latitude boréale. = + 48°53′50″ Longitude occid. = — 3°58′40″	Le point est au-dessus de la mer, près des côtes du dép. de la Manche et dans les environs de Hauteville.

Distance minima du Blanc à la trajectoire......................... 265 783 mètres.

Hauteur du bolide au-dessus de la surface de la Terre quand il était le plus rapproché du Blanc. . . . . } 11 706

Position du point de la Terre au-dessus duquel se trouvait alors le bolide.....	Latitude boréale. = + 47°57′45″ Longitude occid. = — 4°13′41″	Ce point est entre Guichen et Baulon, dans le département d'Ille-et-Vilaine.

Position des points où la trajectoire apparente rencontre la Terre.	Latitude boréale du point où aurait dû tomber le bolide.	= + 47°55′30″	Ce point est aux environs de la Chapelle, dans l'Ille-et-Vilaine, vers le sud-ouest de Rennes.
	Longitude occid. de ce même point.	= — 4°16′34″	
	Latitude australe du point où serait sorti le bolide s'il eût pu traverser la Terre.	= — 59°57′ 5″	Ce point est situé dans le grand Océan, aux environs du cap Horn.
	Longitude occid. de ce même point.	= — 92°41′55″	

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur ces résultats pour s'apercevoir que les conséquences auxquelles je suis arrivé sont loin de pouvoir être regardées comme exagérées, bien que les observations qui assignent au bolide un diamètre apparent presque égal à celui de la Lune dussent donner à ce même corps un volume énorme. En effet, avec la trajectoire à laquelle je me suis arrêté, le bolide a dû tomber sur la Terre, et dans un pays fort peuplé. Or, de quelque manière qu'on envisage la question, il est impossible de supposer qu'un corps qui, pendant trois ou quatre secondes, a pu éclairer simultanément deux points de la terre aussi éloignés entre eux que le sont le Blanc et Parcé (165 kilomètres environ), en passant au nord, et, par conséquent, du même côté de ces deux points, et en présentant pour les deux observateurs un éclat plus vif que celui de la Lune, ainsi qu'une grosseur apparente presque égale à celle de cet astre, ne soit pas un corps d'un volume extrêmement considérable. Dès lors il devient très-peu probable, ou plutôt il est impossible de supposer que ce corps soit tombé dans l'intérieur des terres, ni même dans les mers qui baignent les côtes. J'ajouterai, à l'appui de cette opinion, qu'en effet, avec une des premières trajectoires auxquelles j'étais arrivé, le bolide ne rencontrait pas la surface terrestre, et qu'il passait, par rapport à cette surface, à une distance minima de 75436 mètres; que dans ce système la vitesse du bolide aurait été de 250 à 300 mètres par seconde; sa distance à la Terre, au moment de la disparition pour M. Giraud, de 558674 mètres; enfin la distance minima de Parcé à la trajectoire, de 800000 mètres environ, ce qui assignait au bolide un diamètre au moins six fois plus grand que celui qui résulte de la trajectoire adoptée dans mes calculs. J'ajouterai encore que la trajectoire à laquelle j'arrivais dans l'approximation suivante, ainsi que la plupart de celles qui l'ont suivie, en faisant tomber, cette fois, le bolide au milieu des mers, vers les côtes de l'Irlande, laissaient encore à peu près égale à la précédente la distance minima du bolide à Parcé, et par suite aussi le volume du bolide. J'aurais peut-être pu m'en tenir, avec plus de probabilité, à ces trajectoires; j'avoue que j'ai préféré la dernière, malgré la difficulté que présente, dans ce système, l'explication du diamètre considérable d'un corps qui aurait dû tomber dans l'intérieur des terres, et que l'on n'y a pas rencontré, parce que cette trajectoire ne peut être taxée que d'exagération en petitesse, et ensuite parce qu'elle rend compte, d'une manière suffisamment satisfaisante, par le frottement contre l'atmosphère, de l'explosion entendue à Pareé, quatre minutes environ après la disparition du bolide, puisque avec cette trajectoire le bolide serait passé, en effet, à 124000 mètres de Parcé. Cependant, s'il est vrai, comme cela paraît incontestable et non moins difficile à expliquer que

ne le serait l'explosion entendue par M. Giraud, que les bolides brillent hors de notre atmosphère, et si l'incandescence subite de ces corps rend peu probable l'existence d'une lumière qui leur soit propre; si d'ailleurs, comme celui du 5 janvier 1837, celui du 12 décembre 1844, etc., ils peuvent se montrer à toutes les heures de la nuit, et briller par conséquent dans l'intérieur du cône d'ombre projeté par la Terre, ne pourrait-on pas, en admettant la première des trajectoires, celle qui fait passer le bolide au-dessus de la surface de la Terre, et très-loin de Parcé, se rendre compte de la détonation par des considérations analogues à celles qui servent à expliquer les effets mécaniques de l'électricité ou de la chaleur? par exemple, au moyen de l'action presque instantanée qu'aurait exercée sur notre atmosphère cet autre milieu impondérable, mais néanmoins d'une densité sensible et d'une grande élasticité, dont il devient nécessaire de supposer l'existence jusqu'à une assez grande hauteur au-dessus de la surface de la Terre, pour expliquer l'inflammation des bolides. Je n'oserais pas insister cependant sur cette supposition, bien hasardée sans doute, et qui, dans tous les cas, serait beaucoup trop prématurée, mais qui lèverait la seule difficulté qu'on puisse opposer à celle des trajectoires dont le système ferait passer le bolide du 27 octobre au-dessus de la surface de la Terre; et je me bornerai, en terminant, à conclure qu'il résulte des considérations précédentes, que la trajectoire à laquelle je me suis arrêté est très-probablement une trajectoire limite, donnant la grandeur inférieure de la vitesse, de la grosseur du bolide, des distances auxquelles il s'est successivement trouvé, soit par rapport aux observateurs, soit par rapport à la surface terrestre, etc. D'où il suit, comme conséquence, que non-seulement le bolide du 27 octobre a brillé d'un éclat très-vif bien au delà de notre atmosphère, mais encore que ce corps devait avoir un volume très-considérable, une vitesse plus grande que celle de notre planète, et que, probablement, il ne faisait que traverser notre système solaire tout entier lorsqu'il s'est montré aux habitants de la Terre. »

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de la seconde comète romaine; par* M. Faye.

« Les premières paraboles qui furent calculées à l'époque de la découverte de cette comète ne suffisant pas à la réduction exacte des observations, j'ai déterminé sur deux observations de Paris du 9 et du 18 mars, et sur une observation méridienne d'Altona du 14 mars, une nouvelle orbite parabolique plus approchée dont j'ai déduit les éléments nécessaires à mes

derniers calculs. Ceux-ci sont basés sur des observations comprenant un arc beaucoup plus grand de la trajectoire apparente de cette comète; ce sont celles qui ont été faites à l'Observatoire de Paris le 7, le 18 et le 29 mars. En voici le résultat :

Temps du passage au périhélie,	1845, avril 21,03748	
Longitude du périhélie.	192°33′18″,6	Équinoxe moyen du 1er janvier 1845.
Longitude du nœud ascendant. . .	347° 6′45″,2	
Inclinaison.	56°23′36″,3	
Logarithme de la distance périhélie.	0,0985330	
Sens du mouvement dans l'orbite.	Direct.	

» Voici comment les observations sont représentées :

Calcul moins observation.

DATES.	ERREURS en longitude.	ERREURS en latitude.	LIEUX de l'observat.
6 mars 1845..	+ 3″6	— 0″1	Paris.
7.	+ 0,6	+ 0,8	Paris.
8.	+ 2,1	— 2,7	Paris.
9.	+ 1,7	+ 3,4	Paris.
14.	+ 5,8	—17,6	Altona.
18.	— 0,2	— 5,7	Paris.
29.	0,0	+ 0,2	Paris.

» Il est donc probable que cette parabole diffère très-peu de celle qu'on pourra déduire plus tard de l'ensemble des observations, et comme l'intervalle compris entre les positions extrêmes est assez grand, cet accord autorise à croire qu'il ne sera pas nécessaire de recourir à une autre section conique avant l'époque des calculs définitifs. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons azotées; par* M. AUG. LAURENT.

« La composition attribuée à la quinoléine et au leukol m'a empêché de donner, dans mon dernier Mémoire, les nouvelles analyses que j'ai faites, pour appuyer la loi que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur les

combinaisons organiques azotées. Cette composition étant maintenant connue, je vais indiquer les résultats de mes expériences.

Quinine.

» La composition attribuée à la quinine est la suivante :

$$C^{40}H^{24}Az^2O^2;$$

d'après mes analyses, la formule de cette base doit être

$$C^{38}H^{22}Az^2O^2.$$

Les déterminations du sel chloroplatinique, faites par MM. Liebig, Gerhardt et par moi, s'accordent exactement avec le poids atomique calculé. D'après la composition des sels analysés par M. Regnault, la formule précédente doit être doublée.

» Mais si telle est la composition de la quinine, on ne conçoit plus sa transformation en quinoléine sous l'influence de la potasse.

Quinoléine et leukol.

» D'après M. Hoffman, la composition du leukol devait se représenter par $C^{36}H^{16}Az^2$; celle de la quinoléine était $C^{38}H^{20}Az^2$ d'après M. Gerhardt, et $C^{38}H^{16}Az^2$ d'après M. Bromeiss. Aucune de ces analyses ne s'accordant avec ma loi, j'avais prié MM. Hoffman et Gerhardt de répéter leurs expériences. M. Gerhardt me répond que la formule de la quinoléine est $C^{36}H^{14}Az^2$, et M. Hoffman, que le leukol et la quinoléine sont identiques.

» Ainsi, trois analyses contraires à ma loi disparaissent pour faire place à une seule qui la confirme. Maintenant on peut expliquer la transformation de la quinine en quinoléine :

$$C^{38}H^{22}Az^2O^2 = C^{36}H^{14}Az^2 + C^2O^2 + H^8.$$

Cinchonine.

» On donne à cet alcali la composition suivante :

$$C^{40}H^{24}Az^2O.$$

Mes analyses conduisent exactement à cette formule

$$C^{38}H^{22}Az^2O,$$

ou mieux, le double, d'après les analyses du nitrate et de l'hydriodate faites par M. Regnault.

» *Bichlorhydrate de cinchonine.* J'ai obtenu ce sel, qui rougit le tourne-

sol, en très-beaux cristaux en laissant évaporer sa dissolution dans le vide; sa formule est

$$C^{76}H^{44}Az^4O^2 + H^4Cl^4.$$

» *Bichloroplatinate de cinchonine.* Sa formule est

$$C^{76}H^{44}Az^4O^2 + 2(H^2Cl^2 + Cl^4Pt) + 2H^2O.$$

» La conversion de la cinchonine en quinoléine se conçoit aisément, en faisant intervenir dans la réaction 1 atome d'eau :

$$C^{38}H^{22}Az^2O + H^2O = C^{36}H^{14}Az^2 + C^2O^2 + H^{10}.$$

Morphine.

» Cette base est représentée par deux formules :

$$C^{68}H^{36}Az^2O^6$$

et par

$$C^{70}H^{40}Az^2O^6.$$

Mes analyses donnent

$$C^{68}H^{38}Az^2O^6.$$

» L'*hydrochlorate de morphine,* analysé à l'aide d'une dissolution titrée de nitrate d'argent, a confirmé d'une manière parfaite la formule précédente. Sa composition est

$$C^{68}H^{38}Az^2O^6 + H^2Cl^2.$$

Piperin.

» La formule attribuée par M. Regnault au piperin est la même que celle que j'ai trouvée pour la morphine. Une nouvelle analyse a confirmé l'isomérie de ces deux corps.

Lophine.

» De nouvelles analyses de cet alcali m'ont conduit à corriger mes premiers résultats. Sa formule est

$$C^{92}H^{32}Az^4 \quad \text{au lieu de} \quad H^{30}.$$

Picryle et ses dérivés.

» Le picryle et ses dérivés présentaient une composition contraire à trois différentes lois que j'ai établies. On avait

Picryle..................	$C^{84}H^{28}Az^2O^4$,
Chloropicryle............	$C^{84}H^{28}Az^2O^4Cl^2$,
Bromopicryle............	$C^{84}H^{28}Az^2O^4Br^2$.

» 1°. Dans le picryle, la somme de l'azote et de l'hydrogène n'est pas divisible par 4.

» 2°. Le picryle se trouve combiné avec 2 atomes de chlore ou de brome; ce qui ne se peut pas.

» 3°. Le chloro- et le bromo-picryle sont inattaquables par la potasse; ce qui ne peut pas être, s'ils sont formés par la combinaison du picryle avec le chlore ou le brome, sans substitution.

» Mes nouvelles analyses donnent pour le picryle H^{30} au lieu de H^{28}.

» La composition du chlorure et du bromure n'a pas de changement à subir, et les trois anomalies disparaissent.

Conine.

» La composition attribuée à la conine par M. Ortigosa est la suivante

$$C^{32}Az^{2}H^{32};$$

mais les analyses de M. Ortigosa donnent exactement H^{30}; je m'en tiens à l'expérience.

Hydrogène trouvé = 12,0; H^{30} = 12,0; H^{32} = 12,6.

Narcotine, acide opianique et leurs dérivés.

			Je propose
La narcotine.............	= $C^{92}Az^{2}H^{50}O^{14}$	Blyth.	*id.*
La narcogénine...........	= $C^{72}Az^{2}H^{38}O^{10}$	Blyth.	*id.*
La cotarnine.............	= $C^{50}Az^{2}H^{26}O^{6}$	Blyth.	$C^{52}Az^{2}H^{26}O^{6}$
La cotarnine..............	= $C^{52}Az^{2}H^{26}O^{5}$	Wöhler.	
L'acide opianique.........	= $C^{40}H^{18}O^{10}$	Wöhler.	$C^{40}H^{20}O^{10}$
L'opianate d'ammoniaque...	= $C^{40}H^{24}Az^{2}O^{10}$	Wöhler.	$C^{40}H^{26}Az^{2}O^{10}$
Le sulfopianate d'ammoniaque	= $C^{40}H^{24}Az^{2}O^{8}S^{2}$	Wöhler.	$C^{40}H^{26}Az^{2}O^{8}S^{2}$

» Les analyses de la narcotine et de la narcogénine s'accordent avec ma règle. Les autres ne s'accordent pas, soit avec celle de M. Gerhardt, soit avec la mienne. N'ayant pas eu ces corps à ma disposition, je n'ai pu en répéter les analyses; mais en consultant le Mémoire de M. Wölher, on ne tarde pas à être convaincu que les recherches de ce chimiste distingué sont exactes, et que les formules seules ne le sont pas. Les réactions ne s'accordent pas non plus avec les formules de MM. Wöhler et Blyth. Les formules que je propose s'accordent avec les analyses, avec les réactions, et avec les règles de M. Gerhardt et les miennes.

La narcotine.	$C^{92}Az^{2}H^{50}\ O^{14}$	se transforme, par l'oxydation, en
cotarnine.	$C^{52}Az^{2}H^{26}\ O^{6}$	
Il reste.	$C^{40}\ H^{24}\ O^{8}$	
En oxydant, on a.	$-\ H^{4}+O^{2}$	
Acide opianique.	$C^{40}\ H^{20}\ O^{10}$	monobasique.
Oxydant encore, on a.	$+O^{2}$	
Acide hémipinique.	$C^{40}\ H^{20}\ O^{12}$	bibasique.

» La narcogénine se forme par l'oxydation de la narcotine; mais, comme cette oxydation donne aussi de la cotarnine, il en résulte que celle-ci s'unit à l'état naissant, avec la narcotine pour faire la narcogénine; on a

Narcotine.	$C^{92}H^{50}Az^{2}O^{14}$
Cotarnine.	$C^{52}H^{26}Az^{2}O^{6}$
2 équivalents de narcogénine. .	$C^{144}H^{76}Az^{4}O^{20}$

De plus, on a, par l'oxydation de 2 équivalents de narcotine,

2 équivalents de narcotine. .		$C^{184}H^{100}Az^{4}O^{28}$
		$+\ O^{4}$
= 2 équivalents de narcogénine	=	$C^{144}H^{76}\ Az^{4}O^{20}$
+ 1 *id.* d'acide opianique	=	$C^{40}\ H^{20}\ O^{10}$
+ 2 *id.* d'eau.	=	$H^{4}\ O^{2}$

Alloxantine, isathyde, etc.

» La composition de l'alloxane, de l'indigo, de l'isatine et de la quinone offre le rapport voulu entre l'hydrogène et l'azote. Ces quatre corps, soumis à l'influence de l'hydrogène naissant, en absorbent seulement 2 atomes pour former de l'alloxantine, de l'indigo blanc, de l'isathyde et de la quinone verte. La composition de ces quatre derniers corps ne s'accorde donc plus avec ma règle. Faut-il rejeter celle-ci ou bien les analyses de ces quatre corps? Non, car il suffit de doubler les formules pour faire disparaître les anomalies.

» On trouvera, sans doute, que je prends un singulier détour en présence d'analyses dont je ne puis contester l'exactitude; on me dira que ma règle est nécessairement infaillible, si je puis doubler *arbitrairement* les formules, et qu'alors elle n'a aucune valeur.

» Pour voir si ma règle est applicable à un corps, ne faut-il pas que l'équivalent de celui-ci soit déterminé? Comme on ne connaît pas encore celui des quatre composés précédents, je pourrais donc les laisser de côté, puisqu'ils ne prouvent rien, soit pour, soit contre ma règle.

» Mais consultons les réactions, et quelques nouvelles expériences que j'ai faites sur l'isathyde.

» Représentons la quinone par Q, la quinone verte sera

$$Q + H^2, \quad \text{ou} \quad Q^2 + H^4.$$

La quinone peut donner, avec l'hydrogène, les *cristaux blancs* $Q + H^4$. La quinone et les cristaux blancs donnent de la quinone verte ; de plus, celle-ci peut se décomposer en quinone et en cristaux blancs ; donc la formule de la quinone verte doit se représenter par

$$Q + (Q + H^4), \quad \text{ou par} \quad Q^2 + H^4.$$

Peu importe ici l'arrangement des atomes.

» Je n'ai pas pu prendre directement le poids atomique de l'isathyde, mais celui de quelques-uns des produits auxquels elle donne naissance sous l'influence de la potasse, l'indine et l'hydrindine.

» De nouvelles analyses de l'indine et de la chlorindine m'ont conduit aux formules suivantes

$$C^{64}H^{20}Az^4O^4, \quad \text{et} \quad C^{64}H^{16}Cl^4Az^4O^4.$$

J'ai obtenu une combinaison cristallisée d'indine et de potasse, dont la formule est

$$C^{64}H^{18}KAz^4O^4.$$

» De nouvelles analyses de l'hydrindine ont confirmé son ancienne formule ; je suis parvenu à déterminer son poids atomique ; en la combinant avec la potasse, il se forme de beaux cristaux dont la formule est

$$C^{128}H^{56}KAz^8O^{10}.$$

» La transformation de l'isathyde en indine et en isatine peut maintenant s'expliquer facilement :

$$\underset{\text{Isathyde.}}{2C^{64}H^{24}Az^4O^8} = \underset{\text{Indine.}}{C^{64}H^{20}Az^4O^4} + \underset{\text{Isatine.}}{2C^{32}H^{10}Az^2O^4} + 2H^4O^2.$$

» Quoiqu'il soit impossible de prendre directement le poids atomique de l'isathyde, l'on me permettra de conclure, des expériences précédentes, que, lorsque l'isatine C^{32} se change en isathyde ou en indine, son poids atomique se double ; et, lorsqu'elle se métamorphose en hydrindine, son poids atomique se quadruple. On me permettra, de même, de conclure, par analogie, que, lorsque l'alloxane et l'indigo se convertissent en alloxantine et en indigo blanc, leur poids atomique se double également. Nous savons d'ailleurs, par

les expériences de M. Dumas, que l'indigo peut donner naissance aux acides sulfindigotique C^{32} et sulfopurpurique C^{64}.

» On connaît un millier de combinaisons azotées; il y en a neuf cent cinquante qui s'accordent avec ma règle, et cinquante qui lui sont contraires.

» Je cite, au hasard, quelques-unes des neuf cent cinquante :

» Urée, nitrate d'ammoniaque, acides cyanique, fulminique, cyanilique, cyanurique, anthranilique, oxalurique, urique, dialurique; formiate, acétate, acrylate, butyrate, valérianate, benzoate, etc., d'ammoniaque; oxamide, butyramide, benzamide, etc.; aniline et ses sels; kakodyle et ses sels, etc.

» Je cite de même, au hasard, quelques-unes des cinquante :

» Fibrine, albumine, chondrine, tritoxyde de protéine; acide crénique, apocrénique; sacchulmate d'ammoniaque; sucre de gélatine; acide nitrosaccharique, nitrophlorétique; pseudomorphine, chélidonine, sabadilline, berberine, corydaline, ménispermine, sanguinarine, etc.

» Qui voudrait affirmer que l'analyse d'un seul de ces derniers corps est exacte, surtout lorsque l'on considère que ceux-ci ne sont pas cristallisables, ou bien que leurs analyses sont anciennes, ou bien encore que leur poids atomique n'a pas été déterminé?

» Je ne connais maintenant pas un seul corps, bien analysé, et dont le poids atomique ait été déterminé, qui ne s'accorde avec ma règle. On pourrait me citer les mellonures; ici de grands intérêts sont en jeu : la théorie des radicaux d'un côté, les équivalents de M. Gerhardt et ma loi de l'autre. La bataille se livrera donc sur les mellonures; elle n'est pas encore perdue pour nous. »

« MINÉRALOGIE. — M. **Dufrénoy** présente, au nom de M. **Damour**, une Notice sur un sulfo-arséniure de plomb cristallisé; cette espèce nouvelle provient du Saint-Gothard : elle est disséminée en cristaux trapézoèdres très-nets sur la dolomie, et elle est associée avec le réalgar et le cuivre gris : sa forme et son éclat métallique l'ont constamment fait confondre avec cette dernière espèce; elle s'en distingue cependant par un éclat résineux très-vif, et par sa poussière qui est d'un brun rouge passant au rouge. Aigre et très-fragile, on la réduit facilement en poussière. Sa pesanteur spécifique est 5,549.

» Ce minéral, chauffé sur le charbon, fond rapidement en dégageant

une odeur sulfureuse, puis une odeur arsenicale; il laisse à la fin un petit globule de plomb malléable entouré d'une auréole jaune.

» Chauffé dans le tube fermé, il donne un sublimé de réalgar qui apparaît immédiatement sous forme de gouttelettes rouges transparentes.

» M. Damour a trouvé pour la composition de ce minéral :

		Rapports.	
Soufre.	22,18	1100	5
Arsenic.	20,73	440	2
Plomb.	57,09	440	2
	100,00		

éléments qui conduisent à la formule :

$$2\dot{P}b + \dddot{A}s. »$$

CHIMIE. — *Sur les composés dérivés de l'ammoniaque.* (Lettre de M. **Baudrimont.**)

« J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien offrir en mon nom, à l'Académie des Sciences, une petite brochure intitulée : *Observations sur les composés dérivés de l'ammoniaque.* (Extrait du deuxième volume de mon *Traité de Chimie.*)

» Dans cette brochure, j'examine successivement la théorie des amides, celle de l'ammoniaque et celle de l'ammonium ; je fais voir la profonde analogie existant entre l'amidogène et le cyanogène, qui paraissent être deux corps dérivés d'un même type, dans lesquels l'hydrogène et le carbone jouent des rôles identiques. Par suite de ces considérations, les composés *amidés* de la chimie organique deviennent comparables à des acides anhydres; et, étendant par analogie cette théorie à l'ensemble de la chimie actuelle, en comparant l'amidogène aux chloroïdes, et l'ammonium aux natroïdes, j'en déduis non-seulement que les éléments chimiques peuvent être composés, mais encore par quelle suite de condensations et de combinaisons ils peuvent prendre naissance.

» Cette hypothèse, d'ailleurs, quoique n'étant pas rigoureusement démontrée, est plus probable que l'hypothèse contraire, qui admet la simplicité des éléments, puisque cette simplicité n'est démontrée que par l'impuissance de la science de notre époque, tandis qu'il existe bien évidemment des corps composés qui jouent les mêmes rôles dynamiques que les prétendus éléments chimiques.

» Dans le *Compte rendu* de la dernière séance de l'Académie, on trouve

une Lettre de M. Gerhardt, dans laquelle ce savant tend à établir que les composés que l'on a considérés jusqu'à présent comme amidés, au lieu de l'amidogène AzH^2, contiennent un autre produit moins hydrogéné, Az H. Il résulte de cette nouvelle hypothèse que les composés amidés correspondent aux prétendus acides organiques, c'est-à-dire aux composés hydriques. Ce résultat est très-favorable à l'opinion de M. Gerhardt, puisque l'on ne connaît dans la chimie organique, et comme de véritables exceptions, que trois ou quatre acides anhydres. Mais, après tout, ce n'est qu'une opinion : le nouveau point de vue de M. Gerhardt ne change rien aux proportions pondérales des composés amidés, tels qu'on les a connus jusqu'à présent, et le parallélisme que j'ai établi entre l'amidogène et le cyanogène permettra encore de douter; car, après tout, les acides anhydres, existant en grand nombre dans la chimie minérale, ne sont point impossibles dans la chimie organique, et les véritables amides n'ont rien, comme propriétés chimiques, qui les rapproche des composés hydriques ordinaires, qui sont généralement acides par leurs réactions. Le doute est donc encore permis. Toutefois, j'admets comme très-probable que l'imide peut exister tout aussi bien que l'amidogène.

» Espérons que l'on trouvera une nouvelle réaction qui permettra de démontrer l'existence de ces corps, comme on peut distinguer l'amidogène et l'ammoniaque ou l'ammonium, lorsque *toutefois il n'y a point d'hydrogène en excès dans les composés amidés,* hydrogène qui permet de reconstruire immédiatement l'ammoniaque; et c'est malheureusement le cas des combinaisons pour lesquelles M. Gerhardt a établi sa nouvelle théorie. »

M. Arago annonce que M. *Cattlin,* qui précédemment a fait hommage à l'Académie d'un ouvrage très-important sur les caractères physiques et sur les mœurs des *Indiens de l'Amérique du Nord,* se propose d'amener prochainement à Paris quelques indigènes appartenant à des peuplades dont il a fait l'histoire.

La Commission qui avait été chargée d'examiner les botocudos amenés par M. Porte sera invitée à se mettre en communication avec M. Cattlin à son retour de Londres.

M. Rivoire, auteur d'un des deux ouvrages qui, au dernier concours, ont partagé le *prix de Statistique* fondé par M. de Montyon, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Virlet, à l'occasion des communications récentes qui établissent le peu

de hauteur des environs de *Biskra* au-dessus de la mer, met sous les yeux de l'Académie une carte gravée qui paraît avoir été faite pour l'intelligence de certains voyages mentionnés par les anciens, et sur laquelle est figurée une mer qui occupe la partie du désert dont il vient d'être parlé.

M. **Arnollet** adresse quelques remarques relatives au Rapport qui a été fait dans la précédente séance sur son système de *chemins de fer atmosphériques*.

La Lettre de M. Arnollet est renvoyée à l'examen de la Commission qui a fait le Rapport.

M. **Passot** demande de nouveau qu'il soit fait un Rapport sur ses dernières communications relatives à la *théorie des forces centrales*.

M. **Grenier** envoie une addition à sa Note sur un *dispositif destiné à empêcher le déraillement des voitures marchant sur les chemins de fer*.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 14; in-4°.

Sur un exposé de la théorie de la Lune rédigé par un auteur arabe du Xe siècle. — Article de M. BIOT. (Ext. du *Journal des Savants* de mars 1845.) In-4°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; mars 1845; in-8°.

Des Métamorphoses physiologiques de l'Homme dans l'éducation; par M. VIREY; brochure in-8°.

Manuel de la Cour d'Assises dans les questions d'empoisonnement, à l'usage des magistrats, des avocats, des experts, des jurés et des témoins; par M. J. BARSE; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; mars 1845; in-8°.

De la Fécondation naturelle et artificielle des Végétations et de l'Hybridation; par M. H. LECOQ; in-12.

Observations sur les composés dérivés de l'Ammoniaque; par M. A. BAUDRIMONT; brochure in-8°.

Revue zoologique, par la Société Cuviérienne; 1845; n° 3; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1845; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; avril 1845; in-8°.

Journal de Médecine; par M. TROUSSEAU; avril 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; avril 1845; in-8°.

L'Abeille médicale; avril 1845; in-8°.

Bulletin polytechnique, Revue des sciences exactes, de leurs applications et de leur enseignement, etc.; par M. AUG. BLUM; tome Ier, n° 3; avril 1845; in-8°.

The Journal... *Journal de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre;* tome V; 2e partie. Londres, 1845; in-8°.

On the... *Sur la Morphologie du système reproducteur des Zoophytes circulaires, et son analogie avec le système reproducteur des Plantes phranérogames; par* M. E. FORBES. Londres, 1844; in-8°.

The electrical... *Magasin électrique; par* M. CH. WALKER; tome Ier; n° 8; avril 1845; in-8°.

The medical Times; n° 290 ; in-4°.

Verhandeling... *Sur quelques fonctions vitales des Plantes; par* M. BERGSMA. Utrecht; in-4°.

Memorie... *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société italienne des Sciences résidente à Modène;* tome XXIII; partie physique; in-4°. Modène, 1844.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 15; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 41 et 43.

L'Écho du Monde savant; n° 26; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AVRIL 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Études sur l'hygrométrie; par* M. V. Regnault.

« Le problème général de l'hygrométrie consiste à déterminer la quantité de vapeur d'eau qui se trouve, à un instant quelconque, dans un volume donné d'air, et le rapport qui existe entre cette quantité et celle que l'air renfermerait s'il en contenait la plus grande quantité possible, c'est-à-dire s'il était à l'état de saturation. Les méthodes qui ont été proposées par les physiciens pour atteindre ce but, sont de deux espèces.

» Les premières sont des méthodes purement chimiques; elles consistent à absorber, au moyen de substances très-avides d'eau, la vapeur renfermée dans un volume connu d'air, et à en déterminer le poids avec la balance. Les autres sont fondées sur l'observation de certains phénomènes physiques, tels que les allongements plus ou moins grands que subissent des substances d'origine organique dans un air plus ou moins rapproché de l'état de saturation, ou sur la détermination de la température à laquelle il faudrait abaisser l'air, pour que celui-ci se trouvât saturé par la quantité d'humidité qu'il renferme.

» Toutes ces méthodes supposent la connaissance exacte de certaines lois physiques et de plusieurs données numériques. Ce sont :

» 1°. Une Table exacte des forces élastiques de la vapeur aqueuse *dans l'air à saturation* pour toutes les températures atmosphériques;

» 2°. La densité de la vapeur aqueuse par rapport à l'air pris dans les mêmes circonstances, lorsque la vapeur est *à saturation dans l'air;*

» 3°. La densité de cette même vapeur lorsqu'elle est dans l'air sous une fraction plus ou moins grande de saturation.

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie renferme les résultats d'expériences nombreuses que j'ai faites depuis plusieurs années sur cette partie de la physique générale qui, malgré les efforts de plusieurs physiciens distingués, présente encore bien des incertitudes. Je diviserai ce travail en deux parties : dans la première, je m'occuperai des données fondamentales que je viens d'énumérer; la seconde partie sera consacrée à l'étude des procédés hygrométriques.

PREMIÈRE PARTIE.

Des forces élastiques de la vapeur aqueuse dans l'air.

» Les forces élastiques maxima de la vapeur aqueuse dans le vide ont été déterminées par un grand nombre d'expérimentateurs; mais les résultats de leurs expériences diffèrent beaucoup trop les uns des autres pour que l'on puisse regarder la loi de la force élastique de la vapeur d'eau dans le vide comme fixée avec toute certitude. J'ai fait moi-même, dernièrement, un grand nombre d'expériences sur ce sujet; ces expériences ont été faites par des méthodes variées, et, je crois, avec tous les moyens de précision que la science nous présente en ce moment. Comme les résultats qui ont été obtenus par ces différentes méthodes ont toujours été les mêmes, je me crois en droit de regarder la Table qui a été calculée sur ces expériences comme devant être préférée à toutes celles qui ont été publiées antérieurement, et je l'adopterai exclusivement, dans ce qui va suivre, pour le calcul des forces élastiques maxima de la vapeur d'eau dans le vide.

» Dans les observations hygrométriques, on a besoin de connaître la force élastique de la vapeur aqueuse, non pas dans le vide, mais dans l'air sous la pression de l'atmosphère. Les physiciens admettent que ces forces élastiques sont absolument les mêmes que celles qui existent dans le vide. J'ai vainement cherché dans les annales de la science les expériences par lesquelles cette identité a été établie, et je ne pense pas qu'au moyen des appareils qui sont décrits dans les Traités élémentaires de physique on puisse obtenir des expériences suffisamment précises pour ne laisser aucun doute sur ce sujet.

» Il m'a paru nécessaire de faire de nouvelles expériences pour décider cette question délicate, en employant des appareils tout à fait semblables à ceux qui m'ont servi pour déterminer les tensions de la vapeur d'eau dans le vide, afin que les résultats des deux séries d'expériences fussent plus rigoureusement comparables.

» Les tensions de la vapeur d'eau à saturation dans l'air peuvent être déterminées au moyen de l'appareil décrit dans mon Mémoire *sur la force élastique de la vapeur aqueuse* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XI, pages 286 et suivantes). On remplace seulement l'appareil des deux baromètres par un système de deux tubes communiquants, disposés comme dans la *fig.* 8, *Pl. III*, et l'on a soin, dans chaque expérience, de ramener le niveau du mercure à un même trait de repère, tracé sur le tube *pq*, afin que le volume de l'air reste toujours le même, et que sa force élastique seule varie.

» On a placé préalablement dans le ballon une petite ampoule remplie d'eau, et fermée à la lampe. On dessèche parfaitement le ballon et on le remplit finalement d'air sec sous la pression de l'atmosphère, pendant que le ballon est enveloppé de glace fondante. Le mercure est amené exactement au trait de repère sur le tube *pq* pendant que le ballon communique encore librement avec l'air; on ferme ensuite à la lampe le tube *lf*, *fig.* 1. On enlève la glace qui entoure le ballon, et l'on remplit le vase VV' d'eau, que l'on porte successivement à des températures de plus en plus élevées. A chaque observation, on amène le mercure au point de repère sur le tube *pq*, on maintient l'eau du vase à une température stationnaire, comme il a été dit dans le Mémoire cité, page 281; on détermine la différence de hauteur des deux colonnes de mercure, et l'on observe le baromètre. L'appareil fonctionne ainsi comme thermomètre à air, et l'on s'assure que ses indications correspondent exactement à celles du thermomètre à mercure plongé dans la même eau.

» On enlève ensuite l'eau du vase, on détermine la rupture de l'ampoule en approchant quelques charbons du fond du ballon; on remet l'eau dans le vase, et l'on recommence sur l'air saturé d'humidité la même série d'observations qui a été faite précédemment sur l'air sec. La différence des forces élastiques trouvées dans les deux cas, et correspondant à la même température, est évidemment égale à la tension de la vapeur aqueuse à saturation dans l'air, pour cette même température.

» La tension de la vapeur aqueuse dans l'air ne se laisse pas déterminer avec la même précision que dans le vide; elle exige un plus grand nombre

de mesures, et l'erreur commise sur la dilatation de l'air s'ajoute à celle qui a lieu sur la force élastique. D'ailleurs la tension maximum de la vapeur s'établit instantanément dans le vide, tandis qu'elle demande un temps assez long pour s'établir dans l'air. Il est nécessaire de s'assurer, par des observations répétées à des intervalles éloignés, et pour une même température stationnaire, si la tension ne continue plus à croître.

» Pour plus de sécurité, on faisait une première série d'expériences, en élevant successivement la température de l'eau du vase, de sorte que l'air avait à dissoudre une nouvelle quantité de vapeur; puis on faisait une seconde série dans laquelle, au contraire, on abaissait graduellement la température de l'eau; l'air laissait alors précipiter une portion de l'eau qu'il avait précédemment dissoute. Les forces élastiques de la vapeur aux mêmes températures devaient être trouvées identiques dans ces deux séries.

» Les tableaux suivants renferment les résultats qui ont été obtenus par cette méthode. Le poids de l'eau qui remplissait les ampoules était de $1^{gr},5$ environ. Cette eau était de l'eau distillée non bouillie; par conséquent, elle renfermait la quantité d'air qu'elle peut dissoudre à la température ordinaire.

» La deuxième colonne du tableau renferme les tensions observées dans l'air; la troisième renferme les forces élastiques de la vapeur d'eau dans le vide, calculées pour les mêmes températures au moyen de la Table (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XI, page 334).

Tableau n° I. — *Tensions de la vapeur d'eau dans l'air.*

TEMPÉRATURES.	TENSIONS de la vapeur observées dans l'air.	TENSIONS calculées avec la formule.	DIFFÉRENCES.
°	mm	mm	mm
0,00	4,47	4,60	— 0,13
12,48	10,08	10,77	— 0,69
12,59	10,31	10,85	— 0,54
14,57	11,83	12,36	— 0,53
14,60	11,91	12,39	— 0,48
15,00	12,38	12,70	— 0,32
15,05	12,46	12,74	— 0,28
18,24	15,32	15,59	— 0,27
18,23	15,48	15,58	— 0,10
21,07	18,28	18,58	— 0,30
21,00	18,27	18,49	— 0,22
23,15	20,74	21,08	— 0,34
23,10	20,77	21,02	— 0,25
24,69	22,70	23,13	— 0,43
24,69	22,73	23,13	— 0,40
27,88	27,59	27,91	— 0,32
27,91	27,65	27,96	— 0,31
31,00	32,97	33,41	— 0,44
31,00	33,16	33,41	— 0,25
34,25	39,98	40,13	— 0,15
18,26	15,06	15,61	— 0,55
18,22	15,04	15,57	— 0,53
22,12	19,07	19,81	— 0,74
22,15	19,15	19,84	— 0,69
25,72	24,14	24,59	— 0,45
25,74	24,05	24,62	— 0,57
29,28	29,66	30,28	— 0,62
29,32	29,79	30,35	— 0,56
32,80	36,45	37,00	— 0,55
32,78	36,39	36,96	— 0,57
35,97	43,39	44,13	— 0,74
35,95	43,48	44,08	— 0,60
37,96	48,70	49,20	— 0,50
38,00	48,70	49,30	— 0,60

TABLEAU N° II. — *Tensions de la vapeur aqueuse dans l'azote.*

TEMPÉRATURES.	FORCE ÉLASTIQUE de la vapeur observée dans l'azote.	FORCE ÉLASTIQUE de la vapeur calculée par la formule.	DIFFÉRENCES.
°	mm	mm	mm
0,00	4,31	4,60	— 0,29
0,00	4,43	4,60	— 0,17
0,00	4,44	4,60	— 0,16
16,49	13,29	13,96	— 0,67
16,50	13,36	13,98	— 0,62
15,71	12,64	13,29	— 0,65
15,75	12,72	13,33	— 0,61
12,87	10,26	11,07	— 0,81
12,89	10,35	11,08	— 0,73
10,90	9,14	9,73	— 0,59
10,99	9,19	9,78	— 0,59
8,56	7,67	8,33	— 0,66
8,59	7,74	8,34	— 0,60
7,54	7,06	7,77	— 0,71
7,59	7,17	7,79	— 0,62
5,27	5,99	6,66	— 0,67
5,27	5,96	6,66	— 0,70
13,12	10,58	11,25	— 0,67
13,16	10,67	11,30	— 0,63
17,19	14,07	14,60	— 0,53
17,19	14,07	14,60	— 0,53
21,46	18,65	19,03	— 0,38
21,46	18,61	19,03	— 0,42
25,50	23,71	24,27	— 0,56
25,52	23,71	24,31	— 0,60
28,92	28,96	29,65	— 0,69
28,90	28,81	29,61	— 0,80
32,50	35,92	36,38	— 0,46
32,53	36,01	36,45	— 0,44

Tableau n° III. — *Tensions de la vapeur aqueuse dans le gaz azote.*

TEMPÉRATURES.	TENSIONS de la vapeur observées dans le gaz azote.	TENSIONS de la vapeur calculées par la formule.	DIFFÉRENCES.
°	mm	mm	mm
18,91	15,97	16,26	— 0,29
18,95	16,03	16,30	— 0,27
15,90	12,69	13,45	— 0,76
15,92	12,75	13,47	— 0,72
20,00	16,78	17,39	— 0,61
19,98	16,72	17,37	— 0,65
21,80	18,71	19,43	— 0,72
21,79	18,72	19,42	— 0,70
23,88	21,34	22,03	— 0,69
23,90	21,33	22,06	— 0,73
25,44	23,41	24,18	— 0,77
25,44	23,47	24,18	— 0,71
26,96	25,63	26,44	— 0,81
26,97	25,76	26,44	— 0,68
29,56	30,15	30,77	— 0,62
29,58	30,16	30,81	— 0,65
31,88	34,51	35,16	— 0,65
31,90	34,53	35,21	— 0,68
34,30	39,58	40,24	— 0,66
34,32	39,54	40,28	— 0,74
37,75	47,67	48,65	— 0,98
37,77	47,73	48,70	— 0,97
37,74	47,80	48,63	— 0,83
39,81	53,63	54,36	— 0,73
39,81	53,70	54,36	— 0,66
39,81	53,72	54,36	— 0,64
31,00	32,68	33,41	— 0,73
30,99	32,66	33,39	— 0,73

» La première série d'expériences a été faite dans l'air ; on voit par le tableau I que les tensions de la vapeur d'eau dans l'air se trouvent constamment plus faibles que celles qui ont été obtenues dans le vide.

» J'ai craint que cette circonstance ne fût produite par l'absorption d'une petite portion de l'oxygène de l'air par le mercure, l'expérience m'ayant démontré que, dans l'air humide et un peu chaud, le mercure s'oxyde rapidement à sa surface. Pour éviter cette cause présumée d'erreur, j'ai fait deux autres séries d'expériences en remplissant le ballon de gaz azote; mais les résultats ont encore été les mêmes, comme on peut en juger par les tableaux II et III.

» Il semblerait résulter de là que la tension de la vapeur d'eau dans l'air est un peu plus faible que celle qui existe pour la même température dans le vide; mais la différence est très-petite, et l'on peut craindre qu'elle ne soit produite par une erreur constante dans le procédé. Mes efforts pour déterminer la cause d'une erreur de cette nature ont été sans résultat.

» Je me propose de déterminer avec le plus grand soin les forces élastiques de la vapeur d'éther dans le vide et dans l'air. Comme ces forces élastiques sont beaucoup plus considérables aux températures de l'atmosphère que celles de la vapeur d'eau, on peut espérer de parvenir plus facilement à reconnaître si les tensions sont identiques ou différentes dans les deux cas.

» En attendant, nous admettrons, dans les calculs que nous aurons à faire des fractions de saturation de l'air, les forces élastiques inscrites dans la Table que j'ai plusieurs fois citée et qui donne les tensions dans le vide. Il sera toujours facile de faire plus tard la correction convenable, si l'on constate que ces tensions sont réellement un peu plus fortes que celles qui existent dans l'air.

De la densité de la vapeur d'eau.

» Quelles sont les densités de la vapeur aqueuse dans le vide et dans l'air, à l'état de saturation ou de non-saturation, pour les différentes températures et sous les diverses pressions?

» Les physiciens admettent généralement qu'il suffit de déterminer par une expérience directe la densité de la vapeur aqueuse dans une seule circonstance de température et de pression, et que l'on peut ensuite calculer les densités de cette vapeur pour toutes les autres circonstances, en appliquant la loi de Mariotte et celle de la dilatation uniforme des gaz. Or, l'expérience a démontré que ces lois ne se vérifient pas, dans la plupart des gaz, même

lorsque ceux-ci sont très-éloignés de leur point de liquéfaction. Dès lors, il est à craindre que pour la vapeur d'eau, surtout à l'état de saturation, c'est-à-dire au point même de sa liquéfaction, ces lois ne soient tout à fait inexactes.

» On peut obtenir une valeur théorique de la densité de la vapeur d'eau, en appliquant à cette substance la loi de M. Gay-Lussac sur la composition des gaz.

Ainsi, 2 volumes d'hydrogène pèsent.......	0,1382
1 volume d'oxygène pèse............	1,1055
2 volumes de vapeur d'eau....	1,2437

» D'après cela, la densité théorique de la vapeur aqueuse est

0,6219.

» Il faut savoir maintenant si les densités de la vapeur d'eau dans les diverses circonstances peuvent être déduites par le calcul de cette densité théorique. Il est impossible de décider cette question avec les éléments que nous possédons actuellement dans la science. Nous avons, en effet, un grand nombre de déterminations de la densité de la vapeur d'eau, faites dans les circonstances les plus variées par un grand nombre d'expérimentateurs; mais elles présentent des divergences si extraordinaires, qu'il est impossible d'y reconnaître la vérité.

» On en jugera par les citations suivantes (1) :

Watt............	100°,00	0,6334
Davy............	Moyenne.	0,6666
Dalton............	*Id.*	0,7000
Saussure............	5,94	0,7409
Id.............	7,73	0,6858
Id.............	18,95	0,6833
Clément et Desormes.....	12,50	0,5311
Id.............	12,50	0,5471
Anderson..........	9,45	0,6523
Id.............	15,00	0,6630
Id.............	25,00	0,6324
Id.............	28,34	0,6251

(1) Ces citations sont extraites du Mémoire de M. Schmeddink, dont il sera question plus loin.

Mayer	18°,75	0,8012
Despretz	17,44	0,5852
Id.	19,31	0,7037
Gay-Lussac	100,00	0,6235
Brunner	9,50	0,6490
Schmidt	100,00	0,7220
Southern	109,45	0,6479
Id.	132,23	0,6957
Id.	146,13	0,7095
Muncke	0,00	0,8274
Id.	3,75	0,8469
Id.	7,50	0,8836
Id.	8,44	0,8892
Id.	9,38	0,9076
Id.	12,50	0,8662
Id.	15,00	0,7957
Id.	18,75	0,7186
Id.	20,00	0,6594
Id.	22,50	0,6940
Id.	23,75	0,7214
Id.	24,37	0,7335
Id.	27,50	0,7335
Id.	37,50	0,6501
Id.	43,75	0,6348

» Il est évident que la plupart de ces résultats sont tout à fait inexacts, et il suffit de lire les procédés suivis par les auteurs pour reconnaître immédiatement que les résultats obtenus par la plupart d'entre eux ne peuvent inspirer la moindre confiance.

» Les physiciens ont généralement adopté la densité de la vapeur proposée par M. Gay-Lussac, $\frac{10}{16}$. Cette densité diffère peu de la densité théorique. Il convient de remarquer que cette densité n'a pas été déterminée sur de la vapeur à saturation, mais sur de la vapeur à 100 degrés sous une pression plus faible que celle de $0^{m},760$.

» Un physicien allemand, M. Schmeddink, a publié, il y a quelques années, dans les *Annales de Poggendorff*, t. XXVII, p. 40, un travail étendu et exécuté avec soin, dans lequel il a déterminé le poids de la vapeur aqueuse qui se trouve à saturation dans l'air à différentes températures atmosphériques, et il est arrivé à ce résultat, que la densité de la vapeur aqueuse dans l'air à saturation, par rapport à celle de l'air pris dans les mêmes circonstances, augmente

d'une manière très-notable avec la température. On peut juger de cette variation par les nombres suivants que j'extrais de son Mémoire :

13°,44	0,616
16,25	0,621
17,50	0,625
18,75	0,627
20,00	0,630
21,25	0,632
22,50	0,634
23,75	0,643
28,75	0,643
37,50	0,640
43,75	0,652

» La densité de la vapeur d'eau varierait donc de 0,616 à 0,652 entre les températures de 13 degrés et de 44 degrés. On commettrait donc des erreurs considérables en calculant le poids de la vapeur qui se trouverait à saturation dans un mètre cube d'air, avec la densité théorique dont j'ai parlé tout à l'heure, et appliquant les lois de Mariotte et de la dilatation uniforme des gaz.

» J'ai fait beaucoup d'expériences pour décider ce point, qui est tout à fait capital dans la théorie de l'hygrométrie.

» J'ai déterminé d'abord la densité de la vapeur d'eau dans le vide, à la température de 100 degrés, mais sous des pressions de plus en plus faibles, afin de reconnaître si la vapeur suit dans ce cas la loi de Mariotte.

» L'appareil que j'ai employé consiste en un ballon A de 10 litres environ de capacité portant une monture en laiton à robinet *r*. Cette monture est ajustée au col du ballon au moyen d'un mastic au minium, d'après le procédé que j'ai décrit dans mon Mémoire sur la densité des gaz (*Comptes rendus*, t. XX, p. 975); elle se termine par un tube en laiton recourbé.

» On introduit dans ce ballon une petite quantité d'eau, puis on le met en communication avec une machine pneumatique; un tube à ponce sulfurique se trouve interposé pour que la vapeur d'eau ne puisse pas pénétrer dans les corps de pompe de la machine. On fait le vide pendant très-longtemps. La vapeur d'eau qui se forme incessamment dans le ballon finit par chasser complétement l'air ; on ferme le robinet.

» Le ballon est disposé dans un grand vase en tôle galvanisée V, de

telle façon que le robinet *r* se trouve en face d'une tubulure adaptée sur le vase V. Ce vase, qui renferme une couche d'eau de 2 décimètres d'épaisseur, est chauffé sur un fourneau. L'extrémité du tube *bc* est engagée dans un tube en laiton qui est soudé lui-même à un tube en plomb flexible faisant partie de la monture N d'un grand flacon F. Le flacon F est maintenu dans de l'eau à la température ambiante. Un petit tube de plomb *t* met le flacon F en communication avec un manomètre barométrique.

» On fait un vide partiel dans le flacon F, et lorsque l'eau est en pleine ébullition dans le vase V, on ouvre le robinet *r*. L'eau du ballon distille alors et vient se condenser dans le flacon F. Au bout d'une heure environ, on mesure sur le manomètre barométrique la force élastique de la vapeur, et l'on ferme le robinet *r*.

» On dessèche complétement le tube de communication *bc* et l'on pèse le ballon après l'avoir laissé jusqu'au lendemain suspendu au crochet de la balance. On suit, d'ailleurs, dans cette pesée la méthode que j'ai développée dans mon Mémoire sur la détermination de la densité des gaz.

» On dispose de nouveau le ballon dans le vase V en le mettant en communication avec le flacon F. On porte l'eau à l'ébullition et l'on fait un vide très-avancé. En ouvrant le robinet *r*, la plus grande partie de la vapeur renfermée dans le ballon vient se condenser dans le flacon F, et il n'en reste qu'une petite quantité qui fait équilibre à la force élastique restée dans le flacon F. On mesure celle-ci avec soin lorsque l'équilibre est établi, et on ferme le robinet *r*.

» On pèse le ballon.

» La différence *p* des deux poids est le poids de la vapeur qui remplit le ballon à la température T de l'eau bouillante sous une pression égale à la différence *h* des forces élastiques observées dans les deux expériences.

» Le poids π de l'air sec qui remplit le ballon à 0 degré, sous la pression de 760 millimètres, a été déterminé par des expériences directes.

» La densité δ de la vapeur aqueuse par rapport à l'air pris dans les mêmes circonstances de température et de pression sera donnée par la formule

$$\delta = \frac{p}{\pi} \cdot \frac{1 + \alpha T}{1 + k T} \cdot \frac{760}{h}.$$

» Voici quelques nombres obtenus de cette manière :

I. $\pi = 12^{gr},9937$
$p = 2^{gr},959$
$h_0 = 378^{mm},72$
$T = 99°,91.$

Poids de la vapeur à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres,

$P = 8^{gr},0965.$

II. $p = 2^{gr},802$
$h_0 = 357^{mm},51$
$T = 99°,14$
$P = 8^{gr},1052.$

III. $p = 1^{gr},261$
$h_0 = 161^{mm},32$
$T = 99°,63$
$P = 8^{gr},0941.$

IV. $p = 2^{gr},696$
$h_0 = 345^{mm},28$
$T = 99°,78$
$P = 8^{gr},0859.$

» On déduit de ces quatre expériences :

	Poids de la vapeur.	Densités.
I.........	$8^{gr},0965$	0,62311
II.........	8, 1052	0,62377
III........	8, 0941	0,62292
IV........	8, 0859	0,62229

» Ces densités s'éloignent peu de la densité théorique 0,622, et de la densité $\frac{10}{16}$ donnée par M. Gay-Lussac.

» En appliquant la même méthode à la détermination de la densité de la vapeur prise sous des pressions qui s'approchent de 760 millimètres, on obtient des nombres sensiblement plus forts. Cela peut tenir à ce que la vapeur se trouve, dans ce cas, à une température très-voisine de celle à laquelle la saturation aurait lieu; mais cela peut tenir également à ce que la paroi vitreuse du ballon maintient de l'eau condensée à sa surface en vertu de son affinité hygroscopique.

» Lorsqu'on emploie, au contraire, cette méthode à la détermination de la densité de la vapeur aqueuse sous des pressions très-faibles, les moindres erreurs dans les pesées en entraînent de beaucoup plus considérables dans la valeur numérique de la densité. D'ailleurs cette méthode ne permet pas d'obtenir la densité de la vapeur à d'autres températures qu'à 100 degrés; il est

important de déterminer cette densité à des températures de plus en plus rapprochées de celle qui amènerait la saturation.

» Le procédé suivant permet d'obtenir ces nouvelles déterminations avec une plus grande précision.

» Un grand ballon en verre a été jaugé exactement en le pesant plein d'eau. On introduit dans ce ballon une petite ampoule hermétiquement fermée, et renfermant une quantité d'eau exactement pesée. Le col de ce ballon est mastiqué dans une tubulure qui établit la communication avec un manomètre barométrique. Le ballon ainsi que le manomètre sont disposés dans un grand vase que l'on remplit d'eau. Une glace permet d'observer le manomètre au moyen du cathétomètre. On prend d'ailleurs toutes les précautions qui ont été longuement décrites dans mon Mémoire sur la force élastique de la vapeur d'eau (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XI, page 287).

» On dessèche le ballon, puis on fait un vide aussi complet que possible, et l'on mesure très-exactement la force élastique de la petite quantité d'air qui est restée dans le ballon. Au moyen de quelques charbons, on détermine la rupture de l'ampoule, et l'on élève la température de l'eau qui enveloppe le ballon au-dessus de celle à laquelle la vapeur se trouverait à saturation. On rend cette température stationnaire, et l'on mesure la force élastique qui existe dans le ballon. En retranchant de cette force élastique celle qui appartient à l'air, on a la force élastique de la vapeur.

» Tant que la température sera inférieure à celle à laquelle l'espace se trouverait saturé par le poids p d'eau renfermée primitivement dans l'ampoule, on trouvera, pour la tension de la vapeur d'eau, la tension maximum qui correspond à cette température; mais au delà de cette température, la vapeur se comportera comme un gaz, et si l'on désigne par f sa force élastique, on aura pour sa densité rapportée à celle de l'air pris dans les mêmes circonstances de température et de pression,

$$\delta = \frac{p}{\pi} \cdot \frac{1 + \alpha T}{1 + kT} \cdot \frac{760}{f}.$$

» Je n'ai fait qu'une seule série d'expériences par cette méthode, et un accident fortuit m'a empêché d'obtenir de bons résultats. Je me propose de reprendre prochainement ces déterminations.

» Le même appareil peut servir à déterminer la densité de la vapeur d'eau dans l'air pris sous différentes pressions : on remplace dans ce cas le manomètre barométrique par un manomètre ordinaire. Mais les déterminations ne présentent plus malheureusement, dans ce cas, la même précision que dans

le vide, et cela par les raisons que j'ai développées plus haut lorsque nous nous sommes occupés de la détermination des tensions de la vapeur d'eau dans l'air.

» Occupons-nous maintenant de la détermination de la densité de la vapeur aqueuse *dans l'air à saturation*. Nous avons vu plus haut que cette question avait été traitée par M. Schmeddink, et que ce physicien avait trouvé que la densité de la vapeur augmentait dans ce cas rapidement avec la température.

» J'ai déterminé la densité de la vapeur d'eau à saturation dans l'air, en pesant la quantité d'humidité qu'un volume connu d'air saturé renferme aux différentes températures. Je me suis servi, pour cela, du procédé de M. Brunner, qui consiste à remplir d'eau un vase d'une capacité déterminée, à mettre la partie supérieure de ce vase en communication avec des tubes renfermant des matières desséchantes et qui ont été exactement pesés, à faire écouler l'eau du vase d'une manière régulière par un orifice inférieur; l'eau qui s'écoule par le bas se trouve remplacée, dans la partie supérieure, par un volume égal d'air. L'air aspiré se dépouille complétement de son humidité en traversant les tubes. Lorsque le vase aspirateur s'est vidé d'eau, on pèse les tubes; leur augmentation de poids représente le poids de l'eau qui existait dans un volume d'air égal à la capacité de l'aspirateur.

» Un procédé tout semblable a été employé par M. Schmeddink; mais j'ai reconnu que, pour obtenir des résultats exacts, il faut prendre des précautions particulières.

» L'aspirateur dont je me suis servi est formé par un vase cylindrique en tôle galvanisée terminé par deux fonds coniques. Le fond supérieur porte deux tubulures : l'une centrale a, dans laquelle on engage hermétiquement un tube tt' qui fonctionne comme tube de Mariotte pour rendre l'écoulement constant; dans la seconde tubulure b, on adapte un thermomètre, dont le réservoir occupe le milieu du vase. Le fond inférieur porte une seule tubulure avec un robinet gradué R; ce robinet porte un ajutage long de 1 décimètre, qui reste rempli d'eau à la fin de l'écoulement et empêche que l'air extérieur ne puisse entrer par la tubulure inférieure lorsque le vase s'est vidé.

» Le tube de Mariotte porte un robinet r qui permet d'arrêter l'aspiration de l'air, et un tube en U rempli de ponce sulfurique, qui reste constamment fixé à l'appareil. Ce tube a pour objet d'empêcher la vapeur d'eau de parvenir de l'aspirateur jusqu'aux tubes desséchants tarés B et C.

» Pour absorber l'humidité de l'air, je n'emploie que deux tubes en U de

$0^m,18$ de hauteur, et remplis de ponce sulfurique en fragments très-grossiers: les fragments fins opposeraient trop de résistance au passage du gaz, et l'air dans l'aspirateur ne présenterait plus la même force élastique que l'air extérieur.

» Les deux tubes destinés à absorber complétement l'humidité de l'air présentent une longueur peu considérable; j'ai cherché à les rendre aussi petits que possible, parce que j'attachais un grand intérêt à rendre cette méthode éminemment pratique et facile à employer dans toutes les expériences hygrométriques. L'expérience démontre d'ailleurs que ces deux tubes retiennent complétement l'humidité de l'air. Le premier tube absorbe ordinairement à lui seul toute l'eau, et il est rare que le second tube gagne 1 ou 2 milligrammes.

» Je n'ai cependant pas regardé cette épreuve comme suffisante. J'ai voulu reconnaître si, en mettant à la suite de ces deux premiers tubes plusieurs autres remplis de ponce sulfurique et plongés dans des mélanges réfrigérants, ces derniers tubes n'augmenteraient pas de poids. J'ai attaché à la suite du second tube taré un troisième tube qui a été plongé dans la glace, puis un quatrième qui a été placé dans un mélange réfrigérant de glace et de chlorure de calcium marquant — 30 degrés.

» L'expérience a été faite comme à l'ordinaire; on a placé ensuite les tubes 3 et 4 sous une cloche avec de la chaux vive, où on les a laissés pendant plusieurs heures pour qu'ils prissent exactement la température de l'air ambiant. On a reconnu qu'ils présentaient exactement le même poids qu'avant l'expérience. Le tube n° 1 avait pris $1^{gr},235$ d'eau; le tube n° 2 n'avait rien pris. Ainsi le premier tube avait desséché complétement l'air.

» J'ai fait une seconde expérience qui paraîtra encore plus concluante que celle-ci. J'ai attaché en avant du tube taré n° 1, un tube rempli d'éponge mouillée, et en avant de ce dernier tube, trois tubes en U, remplis de ponce sulfurique, ayant chacun 1 mètre de longueur; le troisième de ces grands tubes était plongé dans un mélange de glace et de chlorure de calcium; l'air arrivait par conséquent parfaitement sec dans le tube renfermant l'éponge mouillée: là, il dissolvait une nouvelle quantité d'humidité qu'il allait déposer dans les tubes desséchants tarés.

Le tube à éponge mouillée a perdu, dans cette expérience......	$0^{gr},767$
Le tube desséchant, n° 1, a gagné..........................	0 ,767
Le tube n° 2 a gagné..	0

» Ces expériences démontrent de la manière la plus évidente que le pre-

mier tube desséchant suffit, malgré ses petites dimensions, pour amener l'air à une dessiccation complète. Le tube n° 2 ne sert que comme témoin, et sous ce rapport il est bon de le conserver.

» Je dirai en passant que je pense qu'en multipliant beaucoup les appareils destinés à absorber des gaz ou des vapeurs, dans l'espoir d'obtenir une absorption plus complète, on commet, dans les pesées, des erreurs beaucoup plus grandes que celles que l'on cherche à éviter. En effet, lorsque le volume des appareils absorbants est considérable, on ne peut plus négliger dans les pesées les changements qui surviennent dans la nature de l'air extérieur dans l'intervalle des deux pesées. Or, ces changements ne peuvent pas être déterminés avec quelque précision. La moindre différence entre la température de l'air extérieur et celle des appareils au moment de la pesée, différence impossible à éviter, occasionne une erreur sensible. Enfin, la surface vitreuse éminemment hygroscopique des appareils peut se couvrir d'une quantité d'humidité inégale dans les deux pesées.

» Dans les expériences qui exigent une grande précision, l'expérimentateur devra chercher à réduire les appareils aux plus petites dimensions possibles au lieu de leur donner des dimensions trop considérables, comme on est disposé à le faire maintenant. La multiplication des appareils absorbants occasionne d'ailleurs de trop grandes résistances au passage du gaz, et il devient impossible de répondre de l'égalité de pression dans les diverses parties de l'appareil.

» Pour obtenir un courant d'air saturé d'humidité à une température déterminée, j'ai employé d'abord deux tubes en U remplis d'éponge mouillée, qui étaient maintenus plongés dans un grand vase rempli d'eau que l'on maintenait à une température constante. Un thermomètre était placé dans cette eau que l'on agitait continuellement. Un second thermomètre, très-sensible, était mastiqué dans le second tube à éponge, à l'endroit où sortait le gaz aspiré; il indiquait la température de ce gaz.

» J'ai trouvé à cette disposition des inconvénients graves qui me l'ont fait abandonner. Lorsque l'air traverse l'appareil, il y a toujours une différence sensible entre le thermomètre situé dans le courant du gaz et celui qui est plongé dans l'eau du vase; de sorte qu'il devient difficile de répondre de la température du gaz et de son état de saturation. Pour obtenir des nombres constants, il est nécessaire de puiser l'air saturé dans un grand espace où l'air est sensiblement en repos. J'ai adopté la disposition suivante :

» Un manchon en fer-blanc de 25 litres de capacité, fermé par en haut, est posé sur une grande assiette remplie d'eau; ce manchon porte trois

tubulures. La tubulure supérieure *e* reçoit un thermomètre très-sensible dont le réservoir occupe à peu près le centre du vase. Dans la tubulure *f*, on engage le premier tube à ponce sulfurique, de telle façon que ce tube vienne puiser l'air au milieu du manchon ; enfin, au moyen de la troisième tubulure *g*, on met le manchon en communication avec un ballon O rempli d'éponge mouillée que l'air est obligé de traverser avant de se rendre dans le manchon. Pour être plus certain de l'état de saturation de l'air, on a placé dans l'intérieur du manchon en fer-blanc un manchon en toile métallique, enveloppé intérieurement et extérieurement d'un linge mouillé qui baigne dans l'eau qui couvre le fond de l'assiette. Une petite ouverture *o*, pratiquée dans ce manchon, permet de puiser l'air au centre du vase, dans le voisinage du réservoir du thermomètre.

» Cet appareil est disposé dans une chambre dont la température varie peu, et l'on ne commence une expérience que quelque temps après que l'appareil est monté.

» On a fait varier à dessein la vitesse de l'écoulement, afin de s'assurer si celle-ci exerçait une influence réelle sur la quantité d'humidité trouvée. Deux expériences ont été faites à la même température: l'une avec un écoulement qui a duré 45 minutes; la seconde avec un écoulement qui a duré 3 heures. Le poids de l'eau a été trouvé exactement le même dans ces deux expériences.

» Dans les expériences ordinaires, l'aspirateur se vidait en $1^h 15^m$ à $1^h 30^m$. De cinq en cinq minutes, on lisait de loin avec une lunette le thermomètre placé dans le manchon, et l'on adoptait, comme température de l'air saturé, la moyenne des températures inscrites pendant la durée de l'expérience. Ces températures ne variaient d'ailleurs que très-peu, de 1 ou 2 dixièmes de degré au plus. Lorsque l'écoulement du vase venait à cesser, on attendait quelques minutes pour permettre à l'air de l'aspirateur de se mettre en équilibre de pression avec l'air extérieur, on fermait le robinet *r* et l'on notait au même instant le thermomètre T de l'aspirateur et le baromètre. On détachait ensuite les deux tubes absorbants, et on les pesait.

» Je me suis servi, dans ces expériences, indifféremment de deux aspirateurs que je désignerai par n° 1 et n° 2. Ces aspirateurs ont été jaugés exactement par des pesées.

» L'aspirateur n° 1 renfermait $58\,699^{gr},8$ d'eau à la température de $18°,93$; il renfermerait 58 779 grammes d'eau avec la densité que celle-ci possède à la température de 4 degrés.

» L'aspirateur n° 2 renfermait $57\,457^{gr},5$ d'eau à la température de $16°,62$; il renfermerait 57 513 grammes d'eau à 4 degrés.

» Nous admettrons 0,0000366 pour le coefficient de la dilatation cubique de la tôle.

» Le volume des aspirateurs à la température de 0 degré est donc :

Pour le n° 1..... 58 738 centimètres cubes.
Pour le n° 2..... 57 480 centimètres cubes.

» Pour obtenir la quantité d'eau contenue dans l'air saturé à 0 degré, j'ai employé la disposition suivante. Un tube en fer-blanc de $0^m,55$ de long et de $0^m,10$ de diamètre, porte dans son axe un tube *ab* de $0^m,02$ de diamètre. Ce tube est ouvert à ses deux bouts; une tubulure latérale *cd* fait communiquer le tube *ab* avec l'air extérieur. C'est dans cette tubulure que l'on engage, au moyen d'un bouchon, le premier tube à ponce sulfurique. Le tube *ab* est bouché en *a*. On remplit le manchon avec de la glace pilée; l'eau qui provient de la fusion de glace s'écoule par le robinet *r*.

» Lorsque l'aspirateur fonctionne, l'air extérieur est aspiré à travers la glace qui le ramène à 0 degré; il pénètre dans le tube *ab* par l'orifice inférieur *b*, et de là il se rend dans les tubes desséchants par la tubulure *cd*.

» Soient :

t, la température moyenne de l'air pendant l'expérience ;
f, la force élastique de la vapeur d'eau à saturation correspondant à cette température;
t', la température de l'aspirateur à la fin de l'expérience ;
f', la force élastique correspondante de la vapeur à saturation;
H, la hauteur barométrique réduite à 0 degré à la fin de l'expérience ;
α, le coefficient de dilatation de l'air ;
k, celui de la tôle ;
V_0, le volume de l'aspirateur à 0 degré.

» Le volume de l'aspirateur à la température t' sera $V_0(1+kt')$: c'est le volume de l'air aspiré quand il remplit l'aspirateur; mais ce volume d'air est saturé de vapeur d'eau; par suite, l'air seul ne supporte qu'une pression $H-f'$; lorsque ce même air se trouve dans le manchon, il exerce une force élastique $H-f$. Ainsi son volume est, dans ce dernier cas,

$$V_0(1+kt').\frac{H-f'}{H-f}.$$

» La température de cet air est t quand il est dans le manchon, t' quand il est dans l'aspirateur; par conséquent, son volume, dans des circonstances

identiques à celles qui existent dans le manchon, est

$$V_0(1+kt').\frac{H-f'}{H-f}\cdot\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'}.$$

» Si nous désignons par ω le poids du centimètre cube d'air à 0 degré et sous la pression de $0^m,760$, et par δ la densité de la vapeur d'eau prise par rapport à celle de l'air, en supposant que la vapeur d'eau à saturation dans l'air suive la même loi de dilatation et de pression que l'air, nous aurons pour le poids de la vapeur d'eau qui se trouvait dans ce volume d'air,

$$V_0(1+kt').\frac{H-f'}{H-f}\cdot\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'}\cdot\omega\delta(1+\alpha t).\frac{f_1}{760}.$$

En égalant cette expression aux poids trouvés par l'expérience, on aura une série d'équations par lesquelles on déterminera δ, et l'on pourra s'assurer si cette valeur est constante pour toutes les températures.

» J'ai préféré calculer au moyen de cette formule le poids de la vapeur qui doit se trouver dans l'air, en supposant $\delta = 0,622$, c'est-à-dire égale à la densité théorique, et comparer ce poids à celui que l'on a obtenu par la pesée directe.

» Le tableau suivant renferme tous les résultats qui ont été obtenus. Les expériences à 0 degré (de 1 à 9) ont été faites dans la glace, comme il a été dit page 1145; les expériences de 10 à 16 ont été faites dans une cave dont température variait très-peu; toutes les autres ont été faites à la température de l'air ambiant dans les diverses saisons de l'année.

	NUMÉRO de l'aspirateur.	BAROMÈTRE à la fin de l'expérience. H_0	TEMPÉRATURE finale dans l'aspirateur. θ	TEMPÉRATURE de l'espace saturé. t	POIDS DE LA VAPEUR observé. P	POIDS DE LA VAPEUR calculé. P'	DIFFÉRENCE.
		mm			gr.	gr.	gr.
1	2	745,00	6°75	0°00	0,271	0,2737	— 0,003
2	"	744,76	7,31	0,00	0,273	0,2730	0,000
3	"	748,80	7,14	0,00	0,269	0,2732	— 0,004
4	"	748,76	8,87	0,00	0,268	0,2712	— 0,003
5	"	748,77	7,76	0,00	0,273	0,2725	0,000
6	"	740,83	7,97	0,00	0,272	0,2722	0,000
7	"	740,65	8,18	0,00	0,273	0,2720	+ 0,001
8	"	744,19	7,44	0,00	0,272	0,2729	— 0,001
9	"	745,74	7,42	0,00	0,271	0,2729	— 0,002
10	1	752,79	15,02	14,81	0,734	0,7437	— 0,010
11	"	753,72	14,89	14,67	0,731	0,7377	— 0,007
12	"	754,72	14,82	14,65	0,731	0,7367	— 0,006
13	"	757,60	14,49	14,38	0,721	0,7248	— 0,004
14	"	755,51	14,62	14,54	0,726	0,7319	— 0,006
15	"	747,27	14,23	14,10	0,710	0,7123	— 0,002
16	"	747,99	14,29	14,29	0,720	0,7212	— 0,001
17	"	752,38	6,14	5,85	0,424	0,4236	0,000
18	"	751,94	5,79	6,48	0,439	0,4431	— 0,004
19	"	756,19	6,75	6,63	0,441	0,4447	— 0,004
20	"	756,75	7,54	7,48	0,464	0,4711	— 0,007
21	"	754,75	7,05	7,22	0,459	0,4637	— 0,005
22	"	754,51	7,10	7,53	0,472	0,4736	— 0,002
23	"	748,08	7,03	6,64	0,441	0,4455	— 0,005
24	"	763,06	14,12	13,20	0,666	0,6718	— 0,006
25	"	765,76	13,40	12,88	0,653	0,6598	— 0,007
26	2	755,36	21,07	19,77	0,965	0,9723	— 0,007
27	"	757,91	20,56	19,16	0,930	0,9376	— 0,007
28	1	762,02	20,19	18,93	0,941	0,9423	— 0,001
29	"	760,69	20,04	18,93	0,943	0,9431	0,000
30	2	759,99	19,89	18,97	0,922	0,9293	— 0,007
31	"	758,15	20,37	18,84	0,918	0,9196	— 0,002
32	2	758,17	19,91	19,00	0,926	0,9310	— 0,005
33	"	751,75	22,89	20,57	1,010	1,0133	— 0,003
34	"	753,53	22,30	21,52	1,072	1,0791	— 0,007
35	1	753,63	21,91	21,56	1,104	1,1079	— 0,004
36	"	760,66	21,43	20,33	1,020	1,0276	— 0,008
37	2	760,25	21,31	20,42	1,008	1,0121	— 0,004
38	"	756,48	21,35	20,32	0,999	1,0054	— 0,006
39	1	756,03	20,76	20,46	1,031	1,0398	— 0,009
40	2	761,21	19,80	24,27	1,285	1,2977	— 0,012
41	"	761,04	20,01	25,46	1,393	1,3952	— 0,002
42	1	764,30	20,71	20,52	1,041	1,0440	— 0,003
43	"	764,82	20,85	20,43	1,031	1,0374	— 0,006
44	"	764,10	20,83	20,75	1,058	1,0586	— 0,001
45	2	757,80	21,60	21,40	1,072	1,0752	— 0,003
46	"	756,35	21,57	21,55	1,083	1,0855	— 0,002
47	1	752,05	24,80	24,93	1,342	1,3456	— 0,004
48	"	752,07	24,50	24,17	1,280	1,2880	— 0,008
49	"	752,38	24,18	23,42	1,227	1,2380	— 0,011
50	"	752,13	24,10	23,37	1,220	1,2338	— 0,013
51	"	758,20	27,27	26,94	1,486	1,4730	+ 0,013
52	"	758,20	26,89	26,74	1,442	1,4500	— 0,008
53	"	761,91	25,63	25,11	1,315	1,3279	— 0,013
54	"	761,21	25,91	25,91	1,382	1,3919	— 0,010
55	"	750,12	26,74	26,28	1,407	1,4179	— 0,011
56	"	749,06	24,61	24,05	1,239	1,2489	— 0,010
57	"	749,97	24,99	24,31	1,257	1,2673	— 0,010
58	"	750,46	24,84	24,77	1,292	1,3066	— 0,014
59	"	753,98	24,14	23,11	1,167	1,1801	— 0,013
60	"	753,52	24,19	24,49	1,247	1,2602	— 0,013
61	"	752,91	24,61	24,83	1,296	1,3117	— 0,015
62	"	753,12	24,46	24,82	1,296	1,3122	— 0,016
63	"	755,81	23,23	22,59	1,139	1,1487	— 0,011
64	"	755,68	23,50	23,34	1,191	1,2022	— 0,011
65	"	755,15	23,72	23,80	1,225	1,2358	— 0,011
66	"	757,32	24,16	24,18	1,248	1,2625	— 0,014
67	"	757,62	23,86	23,85	1,223	1,2383	— 0,015
68	"	761,96	22,65	22,44	1,130	1,1414	— 0,011

» On voit dans ce tableau que tous les nombres calculés sont un peu plus forts que ceux qui ont été trouvés par l'expérience directe, et cela sensiblement de la même fraction du poids total. Cette fraction est très-petite, elle s'élève à un centième environ. On peut conclure de là que les densités de la vapeur aqueuse à saturation dans l'air aux basses températures peuvent être calculées d'après la loi de Mariotte, et que le rapport du poids d'un volume de cette vapeur à celui d'un pareil volume d'air pris dans les mêmes circonstances de température et de pression, est un peu plus faible que la densité théorique de la vapeur aqueuse.

» Il est vrai que l'on peut expliquer d'une autre manière la différence qui existe entre les poids de la vapeur calculés et ceux trouvés par l'expérience. On peut admettre que la densité de la vapeur d'eau à saturation dans l'air est la même que celle que nous avons trouvée dans le vide = 0,622, mais que les forces élastiques de la vapeur que j'ai prises dans ma Table des tensions de la vapeur dans le vide sont trop fortes d'une petite quantité; ce qui s'accorderait avec ce que nous avons trouvé plus haut (page 1134) par l'expérience directe sur les forces élastiques de la vapeur d'eau à saturation dans l'air.

» Quoi qu'il en soit, on voit qu'en prenant pour base ma Table des forces élastiques de la vapeur aqueuse dans le vide, et admettant que la densité de la vapeur est constamment égale à 0,622, celle de l'air dans les mêmes circonstances étant 1, le poids de la vapeur d'eau calculé ne peut différer de la quantité réelle que d'une fraction très-petite, un centième environ.

» Les expériences que je viens de décrire peuvent être considérées comme confirmant d'une manière complète l'exactitude de ma Table des forces élastiques de la vapeur d'eau dans les basses températures. On peut s'assurer qu'en calculant ces expériences avec les anciennes Tables adoptées par les physiciens, on obtient des résultats très-discordants. Les expériences que j'ai faites sur la densité de la vapeur d'eau, et que je viens de décrire, datent de plusieurs annés, et c'est en cherchant à les calculer avec les anciennes Tables que j'ai reconnu la nécessité de faire de nouvelles déterminations des forces élastiques de la vapeur d'eau dans les basses températures.

DEUXIÈME PARTIE.

Des procédés employés pour déterminer la fraction de saturation de l'air.

» Je distinguerai quatre méthodes principales au moyen desquelles on peut obtenir cette détermination :

» 1°. La méthode chimique;

» 2°. La méthode fondée sur les indications des hygromètres formés par des substances organiques qui s'allongent par l'humidité;

» 3°. La méthode de l'hygromètre à condensation;

» 4°. La méthode du psychromètre, c'est-à-dire celle qui est fondée sur l'observation des températures données simultanément par deux thermomètres, l'un à boule sèche, l'autre à boule mouillée.

I. — *Méthode chimique.*

» J'ai peu de chose à dire sur la méthode chimique, après les détails dans lesquels je suis entré page 1141 et suivantes, pour expliquer les expériences que j'ai faites dans le but de déterminer le poids de l'eau que l'air renferme à saturation. Lorsqu'on emploie cette méthode pour déterminer la quantité d'humidité qui existe dans l'air en un point donné, il faut, au moyen d'un long tube, chercher l'air en ce point et l'amener par aspiration dans les tubes desséchants. On place dans ce même point un thermomètre très-sensible que l'on observe de cinq en cinq minutes de loin avec une lunette. Les variations de température sont, en général, plus grandes et plus promptes que celles que l'on observe dans les expériences faites avec le manchon, page 1143, et il sera souvent nécessaire de faire marcher plus rapidement l'écoulement de l'aspirateur.

» La méthode chimique ne donne pas la quantité d'humidité qui existe dans l'air à un moment déterminé, mais bien la quantité moyenne que l'air renfermait pendant la durée de l'expérience. Cette méthode est, du reste, tout à fait rigoureuse, et elle est très-utile pour étudier la marche des autres hygromètres. Nous en verrons des exemples lorsque nous nous occuperons du psychromètre. Mais elle est trop embarrassante, et elle exige une manipulation trop longue pour qu'on puisse l'employer souvent dans les observations météorologiques.

II.—*Des hygromètres formés par des substances organiques ou hygromètres par absorption.*

» Un grand nombre de substances organiques s'allongent d'une manière très-sensible quand la quantité d'humidité augmente dans l'air, et se rétrécissent quand l'humidité diminue. On a utilisé cette propriété pour construire des instruments qui indiquent immédiatement le degré d'humidité de l'air. On a proposé, pour cet objet, les substances les plus variées; mais ces instruments étaient plutôt des hygroscopes que des hygromètres : ils étaient

privés d'une quantité essentielle, celle d'être comparables; aussi n'a-t-on pas tardé à les abandonner.

» L'hygromètre à cheveu a seul échappé à l'oubli général, grâce à la persévérance de son inventeur, qui fit des expériences nombreuses pour rendre cet instrument comparable, et pour lui donner une graduation d'après laquelle on pût calculer la fraction de saturation de l'air.

» L'hygromètre de Saussure a joui, pendant les premières années, d'une grande faveur parmi les physiciens; mais les objections ne tardèrent pas à arriver. On reprocha à l'instrument son extrême fragilité et les dérangements qu'il éprouvait avec le temps dans sa graduation. Quelques physiciens prétendirent même que le cheveu perdait complétement sa sensibilité en peu de temps. Il convient d'ajouter qu'après la mort de Saussure, les artistes ont bientôt perdu les traditions de cet habile physicien, et qu'ils ont souvent mis de côté ses prescriptions les plus importantes.

» Cependant l'hygromètre de Saussure présente, pour les observations météorologiques, de si grands avantages sur les autres méthodes hygrométriques que, malgré des préventions très-fortes que j'avais contre cet instrument, je n'ai pas hésité à faire des expériences nombreuses pour m'assurer jusqu'à qu'à quel point il pouvait donner des indications précises.

» Je rappellerai en peu de mots les prescriptions de Saussure pour la construction de l'hygromètre à cheveu.

» On doit choisir des cheveux fins, doux, et non crépus, coupés sur une tête vivante et saine. Pour les dégraisser, on en place un petit paquet de la grosseur d'un tuyau de plume dans un petit linge que l'on coud, et on les fait bouillir dans un matras à long col avec 1 litre d'eau et 10 grammes de carbonate de soude cristallisé. On soutient l'ébullition pendant 30 minutes; on retire ensuite le sac qui renferme les cheveux, et on les lave en les faisant bouillir à deux reprises, pendant quelques minutes, dans de l'eau pure. On découd la toile, et, après en avoir retiré les cheveux, on les agite en divers sens dans un grand vase rempli d'eau froide, pour achever de les laver et pour les détacher les uns des autres; enfin, on les suspend et on les laisse sécher à l'air.

» Les cheveux bien lessivés sont nets, doux, brillants, transparents, et bien détachés les uns des autres.

» Le poids qui tend le cheveu ne doit pas dépasser $0^{gr},2$. Saussure observe qu'un cheveu qui est seulement chargé de $0^{gr},6$ marche d'abord assez régulièrement, mais qu'il s'étire au bout de quelque temps, et que l'instrument devient irrégulier.

» La longueur du cheveu, dans les hygromètres portatifs ordinaires, est de 24 centimètres. Le diamètre de la poulie sur laquelle s'enroule le cheveu doit avoir 5 millimètres environ.

» On prend le point de l'humidité extrême en plaçant l'instrument sous une cloche dont les parois sont mouillées.

» Pour obtenir le point de sécheresse extrême, Saussure recommande de saupoudrer de sel de tartre (bitartrate de potasse) une feuille de tôle courbée en cylindre et chauffée au rouge; la feuille de tôle se couvre ainsi d'une couche de carbonate de potasse très-avide d'humidité. On place ce cylindre sous une cloche bien sèche, et l'on suspend l'hygromètre au milieu.

» L'intervalle entre le point de sécheresse extrême et celui d'humidité extrême est divisé en 100 degrés.

» Les constructeurs actuels suivent assez exactement les prescriptions de Saussure pour les dimensions des diverses parties de l'appareil; mais ils chargent beaucoup plus le cheveu. Ainsi, le petit poids s'élève souvent à $1^{gr},8$, ce qui est plus que trois fois le poids maximum indiqué par Saussure. Cette circonstance est très-fâcheuse, elle contribue certainement pour beaucoup aux irrégularités que l'on reproche à l'hygromètre à cheveu.

» Je n'ai rien trouvé d'essentiel à changer à la construction de Saussure; je crois seulement qu'il vaut mieux dégraisser les cheveux en les laissant séjourner pendant vingt-quatre heures dans un tube rempli d'éther. On conserve ainsi aux cheveux toute leur solidité, et ils acquièrent à peu près la même sensibilité que s'ils étaient dégraissés par la dissolution bouillante de carbonate de soude.

» Je prends le point de sécheresse en plaçant l'hygromètre dans un vase cylindrique à pied, au fond duquel se trouve une couche épaisse d'acide sulfurique concentré, et je ferme hermétiquement l'ouverture supérieure du vase, au moyen d'une plaque de verre, rodée et enduite de suif. J'ai reconnu que l'acide sulfurique concentré amène plus rapidement la dessiccation complète que la chaux vive ou le chlorure de calcium, et l'aiguille décrit 2 ou 3 degrés de plus. Dans les instruments que j'emploie, la graduation du cadran est arbitraire, et je transforme, par le calcul, les degrés observés en degrés hygrométriques.

» Les degrés de l'hygromètre n'indiquent pas immédiatement les fractions de saturation. Pour obtenir ces dernières, il faut déterminer, par des expériences directes, les relations qui existent entre les divers degrés de l'hygromètre et les fractions de saturation. Saussure avait déjà cherché à

construire une Table de cette nature. Plus tard, MM. Dulong, Gay-Lussac et Melloni se sont occupés du même sujet, et ont déterminé les éléments de ces Tables par des procédés différents; mais toutes ces Tables se rapportent à un hygromètre particulier, à celui qui a été employé par l'expérimentateur, et il reste à décider si les instruments construits par les artistes, dans des conditions souvent très-différentes, sont comparables entre eux par cela seul que l'on a déterminé leurs points fixes d'une manière identique. Saussure affirme qu'il n'a jamais observé de différences plus grandes que 3 ou 4 degrés entre deux hygromètres construits d'après sa méthode. En admettant ce fait comme exact pour des instruments construits avec le plus grand soin, et dans des conditions parfaitement identiques, comme ceux de Saussure, on conviendra que la chose est moins certaine pour les instruments que l'on trouve chez les constructeurs.

» Les premières questions que je me suis posées sont celles-ci :

» 1°. Les hygromètres construits avec la même espèce de cheveux et qui ont été dégraissés dans la même opération, sont-ils rigoureusement comparables ?

» 2°. Les hygromètres construits avec des cheveux différents, mais dégraissés dans une même opération, sont-ils comparables ?

» 3°. Enfin, les hygromètres construits avec des cheveux d'espèces différentes, dégraissés dans des opérations différentes, ou par des procédés différents, sont-ils encore comparables?

» Pour résoudre la première de ces questions, j'ai observé, dans des circonstances très-variées, un grand nombre d'hygromètres à cheveu, nouvellement construits, que M. Bunten a bien voulu mettre à ma disposition pour cet usage. Tous ces hygromètres portaient des cheveux de même espèce, qui avaient été dégraissés dans une même opération.

» Une première série d'observations a été faite, à l'air libre, sur trois de ces hygromètres, et sur un quatrième hygromètre, fort ancien, construit par Paul, de Genève, et appartenant au cabinet de physique du Collége de France. Ces quatre instruments ont été réglés simultanément dans les mêmes vases pour leurs points fixes.

» Le tableau n° 1 renferme leurs indications simultanées :

TABLEAU N° 1.

HYGROMÈTRES DE BUNTEN.			HYGROMÈTRE de Paul.
N° 1.	2.	3.	
72°,0	71°,4	72°,7	60°,9
71,7	71,0	72,7	60,9
75,9	74,8	75,0	64,4
79,1	78,0	77,6	67,1
80,3	79,5	78,4	71,2
77,0	76,7	75,0	71,8
74,8	75,0	74,2	65,6
71,6	71,9	71,1	62,9
75,7	75,7	74,8	66,1
78,0	78,1	77,0	68,6
81,4	80,9	80,3	72,3
80,6	80,3	78,5	71,6
87,6	87,2	85,0	78,6
88,8	88,8	86,3	79,9
90,0	90,0	87,5	82,5
89,1	89,1	87,5	81,7
90,2	90,0	88,3	83,3
86,4	85,2	86,7	80,7
91,6	91,3	88,9	84,1
88,8	87,9	85,2	81,1

» Une seconde série d'observations a été faite sur trois autres hygromètres de M. Bunten et sur le même hygromètre de Paul, en plaçant les quatre hygromètres dans un vase cylindrique en verre fermant hermétiquement, et renfermant une couche d'acide sulfurique plus ou moins étendue d'eau. On a obtenu ainsi les résultats renfermés dans le tableau n° 2.

TABLEAU N° 2.

HYGROMÈTRES DE BUNTEN.			HYGROMÈTRE de Paul.
4.	5.	6.	
10°,2	12°,0	11°,3	10°,4
23,0	23,9	23,6	17,5
35,9	38,1	36,2	27,4
55,6	57,6	55,6	42,6
67,3	69,5	66,8	52,0
75,8	77,6	75,1	60,3
82,4	83,6	81,8	66,9
84,8	86,2	84,1	70,0
92,6	93,8	92,4	81,8
98,4	99,5	98,4	92,6

» Enfin, cinq hygromètres de M. Bunten, différents des précédents, mais montés avec la même sorte de cheveux, ont été placés simultanément dans un même bocal en verre dans lequel on a versé successivement des mélanges d'acide sulfurique et d'eau en proportions variables. On a obtenu les nombres inscrits dans le tableau n° 3.

TABLEAU N° 3.

HYGROMÈTRES DE BUNTEN.				
7.	8.	9.	10.	11.
21°,1	19°,9	18°,7	21°,3	20°,7
41,1	41,3	39,4	42,2	41,1
58,4	58,3	56,2	59,5	58,6
66,3	67,3	65,1	68,7	67,9
79,3	80,7	78,5	82,2	81,4
89,1	90,9	88,6	91,5	91,1
94,2	95,8	94,2	96,0	95,6

» On voit, par ces tableaux, que les hygromètres de M. Bunten ont marché d'accord dans toutes les observations d'une manière satisfaisante; le plus grand écart ne s'élève, en effet, qu'à 3 degrés. On remarquera également que, lorsqu'un des hygromètres présente un degré plus élevé qu'un autre, une différence dans le même sens se maintient dans toutes les autres observations.

» Je conclus de là que *les hygromètres construits avec des cheveux de même espèce, dégraissés dans la même opération, ne marchent pas rigoureusement d'accord, mais que cependant ils ne s'éloignent pas assez pour que, dans la plupart des observations, on ne puisse les regarder comme comparables.*

» Mais, si l'on compare, dans les tableaux **1** et **2**, les nombres indiqués par l'hygromètre de Paul avec ceux des hygromètres Bunten, on trouve des différences tellement grandes, qu'il est impossible de regarder ces instruments comme comparables, même dans les observations où l'on se contenterait d'approximations grossières.

» On objectera que l'hygromètre de Paul était fort ancien, et par suite que le cheveu s'était altéré. Il m'est impossible de décider si cet hygromètre présentait, dans les premiers temps de sa construction, une marche identique avec celle que nous observons maintenant; mais je puis assurer que cet instrument est aussi sensible et aussi régulier dans ses indications qu'aucun des hygromètres de construction moderne que j'ai eu occasion d'examiner.

» En tous cas, cette seule observation prouve que *des hygromètres, construits avec des cheveux de nature différente et préparés de diverses manières, peuvent présenter des différences très-grandes dans leurs indications, lors même qu'ils s'accordent aux points fixes.*

» Cette inégalité dans la marche dépend probablement, en grande partie, de la manière dont le cheveu a été préparé, peut-être aussi du service plus ou moins long qu'il a fait sur l'appareil. Je me suis assuré, en effet, que des cheveux de nature très-différente, mais lessivés dans une même opération, ne présentent pas de grandes irrégularités dans leur marche.

» Cinq espèces de cheveux, aussi différents que possible par leur couleur et leur degré de finesse, ont été dégraissés dans une même opération, en suivant exactement les prescriptions de Saussure. On les a montés sur des cadres semblables, et on a déterminé leurs points fixes simultanément dans le même vase. On a placé ensuite ces instruments dans un vase renfermant successivement des dissolutions plus ou moins concentrées d'acide sulfurique.

HYGROMÈTRES DE BUNTEN.				
12.	13.	14.	15.	16.
19°,6	23°,4	24°,4	21°,9	21°,5
51,3	54,6	55,0	54,2	53,3
63,4	67,3	67,0	68,3	67,6
77,8	80,6	80,4	80,7	80,3

» Les hygromètres 13 et 14 ont marché parfaitement d'accord; les hygromètres 15 et 16 présentent la même concordance entre eux; l'hygromètre n° 12 a marqué constamment des nombres plus faibles. Les plus grandes différences entre les indications de ces cinq hygromètres s'élèvent à 5 degrés.

» L'ensemble de ces observations démontre qu'il est impossible de calculer une Table unique qui s'applique exactement à tous les hygromètres, et il est à désirer que les observateurs aient à leur disposition un procédé simple qui leur permette de faire eux-mêmes la Table de leur hygromètre, et par lequel ils puissent vérifier la graduation de leur instrument aussi souvent qu'ils le désireront. Le procédé que je vais décrire me paraît satisfaire parfaitement à ces conditions.

» J'ai préparé des mélanges d'acide sulfurique et d'eau à proportions définies, de façon à produire les hydrates suivants :

$$SO^3 + 2H^2O,\quad SO^3 + 3H^2O,\quad SO^3 + 4H^2O,$$
$$SO^3 + 5H^2O,\quad SO^3 + 6H^2O,\quad SO^3 + 8H^2O,$$
$$SO^3 + 10H^2O,\quad SO^3 + 12H^2O,\quad SO^3 + 18H^2O.$$

Ces mélanges ont été vérifiés par une analyse chimique rigoureuse, et on a rectifié leur composition toutes les fois que l'analyse montrait qu'elle s'éloignait sensiblement de la composition cherchée. J'ai déterminé avec le plus grand soin les forces élastiques de la vapeur aqueuse donnée par ces dissolutions pour des températures comprises entre 0 degré et 50 degrés, en employant le procédé décrit page 286 de mon Mémoire sur les tensions de la vapeur d'eau. J'ai construit graphiquement les courbes données par ces expériences, et, au moyen de trois déterminations également espacées, j'ai déterminé les trois constantes qui entrent dans la formule $f = a_1 + a_2 6^t$.

» J'ai obtenu de cette manière une formule d'interpolation pour chaque dissolution d'acide sulfurique.

» J'ai construit, au moyen de ces formules, une Table générale (1) qui renferme les tensions de la vapeur aqueuse données par ces différents mélanges d'acide sulfurique et d'eau pour chaque degré du thermomètre centigrade, depuis + 5 degrés jusqu'à + 35 degrés. A côté des tensions de chaque dissolution, j'ai placé, dans une colonne contiguë, les rapports de ces tensions à celles données par l'eau pure à la même température; en d'autres termes, les fractions de saturation produites par ces dissolutions.

» Voici maintenant l'usage de cette Table pour la graduation de l'hygromètre à cheveu:

» On note sur l'hygromètre le point de l'humidité extrême. Quant au point de l'extrême sécheresse, je le rejette entièrement comme inutile à déterminer, car on n'a jamais occasion d'en approcher dans les observations. Je regarde d'ailleurs le point auquel s'arrête l'hygromètre dans l'air complétement sec comme n'appartenant pas au cheveu dans son état normal; ce point n'est atteint qu'après un grand nombre de jours, longtemps après que l'air a été complétement desséché. Cette circonstance prouve suffisamment que dans un air complétement sec, le cheveu éprouve un retrait anormal qui, peut-être, se fait indéfiniment, car j'ai observé sur un hygromètre placé dans un bocal avec de l'acide sulfurique concentré, que le retrait continuait encore au bout de trois mois, d'une manière très-peu sensible il est vrai, car il fallut plus de quinze jours pour que l'aiguille décrivît 1 degré.

» Je supposerai que l'hygromètre doit être employé dans une contrée dans laquelle la fraction de saturation de l'air ne descende jamais au-dessous de $\frac{1}{4}$; je ne commence ma graduation qu'à partir de ce point. Je mets l'hygromètre dans un vase en verre cylindrique, dont l'ouverture supérieure se ferme exactement avec un obturateur en verre. Je place au fond de ce vase d'abord de l'eau pure, puis successivement des couches de 2 à 3 centimètres des dissolutions d'acide sulfurique

$$SO^3 + 18H^2O,\quad SO^3 + 12H^2O,\quad SO^3 + 10H^2O,$$
$$SO^3 + 8H^2O,\quad SO^3 + 6H^2O,\quad SO^3 + 5H^2O;$$

et je note les degrés que l'hygromètre marque dans ces différents cas, ainsi que la température donnée par le thermomètre fixé sur l'hygromètre au moment des observations.

» Je prends maintenant dans la Table les fractions de saturation qui cor-

(1) Cette Table sera publiée dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

respondent, pour chacune des dissolutions, aux températures observées. J'obtiens de cette manière les degrés marqués par l'hygromètre à cheveu pour des fractions de saturation exactement déterminées, et à peu près également espacées dans l'échelle. J'ai, par conséquent, tous les éléments nécessaires pour calculer par interpolation la Table de mon hygromètre.

» La graduation de l'hygromètre peut être ainsi faite par chaque observateur. La préparation des dissolutions normales d'acide sulfurique ne présente aucune difficulté : la meilleure manière de les préparer consiste à prendre de l'acide sulfurique concentré du commerce, et à lui ajouter une certaine quantité d'eau, de manière à l'amener à la dissolution $SO^3 + 4H^2O$: pendant cette opération, il se dégage beaucoup de chaleur, et il y a toujours de l'eau vaporisée; de sorte que la liqueur ne présente pas un titre exact. On détermine sa composition avec le plus grand soin par l'analyse chimique. On se sert ensuite de cette liqueur bien titrée pour former toutes les autres dissolutions.

» On peut conserver ces liqueurs très-longtemps dans des flacons bien bouchés, et l'on peut s'en servir pour vérifier la graduation de l'instrument aussi souvent que l'on veut.

» La précaution la plus essentielle consiste à placer le bocal renfermant l'hygromètre dans un endroit où la température ne change que très-lentement, afin que la liqueur présente bien la température indiquée par le thermomètre. Pour satisfaire à cette condition, je place le bocal dans une caisse en bois, ayant une petite porte latérale que l'on ouvre seulement au moment de l'observation.

» Il est facile d'adapter au couvercle du bocal une monture métallique qui permet de faire complétement le vide au moyen de la machine pneumatique. J'ai reconnu ainsi que l'hygromètre marque exactement le même degré dans l'air et dans le vide quand il est en présence de la même dissolution et à la même température; mais, dans le vide, sa marche est beaucoup plus rapide, et il suffit d'un petit nombre de minutes pour qu'il atteigne sa position stationnaire, lors même que la fraction de saturation est très-petite.

» J'ai employé, pour former la Table des hygromètres, un autre procédé plus compliqué dans l'exécution, mais qui permet d'obtenir la graduation de l'hygromètre en très-peu de temps, et d'étudier, avec une grande précision, cette graduation aux différentes températures.

» Une cloche de verre VV', de 15 litres environ de capacité, repose sur un socle en fonte. Ce socle porte une rainure dans laquelle on coule un mastic très-fusible; la cloche se trouve ainsi fermée hermétiquement par le bas. Cette cloche porte une monture A à plusieurs tubulures. Dans la tu-

bulure centrale *o* on engage un thermomètre très-exact; à la seconde tubulure se trouvent soudés un premier tube en plomb *cd* qui communique avec un manomètre barométrique, et un second tube *ef* qui communique avec une machine pneumatique. Enfin, la troisième tubulure porte un robinet *r*; on mastique dans cette tubulure un petit ballon renfermant de l'eau.

» La cloche est disposée dans un grand vase en verre plein d'eau. Ce vase est placé lui-même dans une chaudière en fonte pleine d'eau, que l'on peut chauffer avec une lampe à alcool, lorsqu'on veut maintenir l'eau environnant la cloche à une température stationnaire supérieure à celle de l'air ambiant.

» J'ai placé sous la cloche quatre hygromètres : deux hygromètres montés avec des cheveux préparés avec la dissolution de carbonate de soude, un hygromètre avec un cheveu dégraissé par l'éther, enfin un quatrième hygromètre monté avec un fil de cocon.

» On fait une première fois le vide en laissant le robinet *r* ouvert, puis on ferme le robinet *r*, et l'on fait un grand nombre de fois le vide en laissant rentrer chaque fois de l'air sec très-lentement : on dessèche ainsi la cloche d'une manière parfaite. Enfin, on fait une dernière fois un vide aussi complet que possible, et l'on sépare la machine pneumatique.

» On mesure au cathétomètre la différence de hauteur des deux colonnes du manomètre barométrique; on obtient ainsi la force élastique de l'air sec resté dans l'appareil. On s'assure que le vide se maintient d'une manière absolue.

» Pour introduire dans la cloche une petite quantité d'humidité, on ouvre, pendant quelques instants, le robinet *r*, puis on le referme. La tension de la vapeur introduite est mesurée par l'accroissement de la différence de niveau des deux colonnes de mercure. L'eau de la cloche est fréquemment agitée, et maintenue à une température stationnaire.

» Les hygromètres prennent très-promptement leur état d'équilibre. Quand il est bien établi, on note leurs indications, la température du thermomètre T, et l'on mesure la force élastique de la vapeur.

» Pour introduire une nouvelle quantité de vapeur, on ouvre le robinet *r*, puis on le ferme; on recommence les mêmes déterminations, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'espace soit amené à l'état de saturation.

» La température n'ayant pas changé sensiblement pendant la durée des expériences, on obtient une Table des degrés de l'hygromètre pour les différentes fractions de saturation correspondant à une même température.

» Il est facile de faire une seconde série de déterminations à une tempé-

rature plus élevée, en desséchant de nouveau la cloche, et opérant de la manière qui vient d'être décrite. On peut s'assurer alors si les deux Tables que l'on obtient sont identiques.

» Lorsqu'on ne cherche qu'à faire la Table d'un hygromètre, on peut se dispenser de maintenir la cloche dans l'eau et faire les expériences à la température de l'air ambiant, pourvu que cette température soit un peu élevée : car à des températures trop basses les forces élastiques de la vapeur d'eau présentent des valeurs absolues très-faibles que l'on ne pourrait plus mesurer avec une précision suffisante.

III. — *Des hygromètres à condensation.*

» Le Roy, de Montpellier, a proposé le premier, pour déterminer l'état hygrométrique de l'air, de refroidir lentement de l'eau renfermée dans un vase, par l'addition successive de petites quantités de glace, jusqu'à ce qu'il commençât à se former un dépôt de rosée sur ses parois. La température que l'eau du vase présente en ce moment est celle à laquelle l'air se trouverait complétement saturé par la quantité de vapeur qui s'y trouve. Si t représente la température de l'air ambiant, t' celle qui est indiquée par un thermomètre plongé dans l'eau du vase, f et f' les forces élastiques de la vapeur aqueuse correspondant à ces températures, $\frac{f'}{f}$ sera la fraction de saturation de l'air.

» Il est difficile, dans la plupart des circonstances, de trouver de la glace pour faire cette expérience. Quelques physiciens ont proposé de produire l'abaissement de température de l'eau du vase en y dissolvant certains sels, tels que le nitrate d'ammoniaque. Mais, lorsque l'air est très-sec et que sa température est élevée, il est souvent difficile d'obtenir ainsi un abaissement de température assez considérable pour déterminer le dépôt de rosée.

» Le procédé de Le Roy n'a reçu une application réelle que par la construction de l'hygromètre à condensation de Daniell. On sait que cet instrument consiste en deux boules A et B réunies par un large tube recourbé. La boule A renferme de l'éther qui remplit cette boule un peu plus qu'à moitié; un thermomètre très-sensible est disposé dans le tube, de façon à ce que son réservoir se trouve au centre de la boule A et plonge dans les couches supérieures du liquide. Le vide a été fait complétement dans ce petit appareil avant de le fermer à la lampe. La boule B est enveloppée d'une batiste sur laquelle l'observateur verse de l'éther goutte à goutte avec une pipette. L'évaporation de l'éther dans l'air produit un refroidissement consi-

dérable de la boule B, qui détermine la distillation de l'éther de la boule A. L'éther se refroidit et peut descendre au-dessous de la température à laquelle l'air se trouverait saturé par la quantité de vapeur qui y existe en ce moment. On apercevra donc de la rosée se former sur la boule A. Pour rendre plus apparent le premier dépôt de rosée, on construit ordinairement la boule A avec un verre fortement coloré en bleu de cobalt, ou on la revêt d'un anneau brillant doré.

» Le refroidissement de l'éther dans la boule A a principalement lieu à la surface du liquide où l'évaporation se fait, et, comme les liquides sont mauvais conducteurs de la chaleur, il y a toujours une différence notable de température entre les couches supérieures du liquide et les couches inférieures. Aussi le dépôt de rosée commence-t-il toujours sur un anneau qui environne la surface du liquide, et ce n'est que plus tard que ce dépôt s'étend sur toute la surface de la boule. Il convient donc de placer le réservoir du thermomètre dans la couche supérieure du liquide, et de donner à ce réservoir des dimensions très-petites, afin que le retard de sa température sur celle du liquide ambiant soit aussi petit que possible. Mais en donnant à ce réservoir de très-petites dimensions, on diminue beaucoup la longueur du degré du thermomètre, et la lecture de l'instrument présente plus d'incertitude.

» L'appareil de M. Daniell peut, entre des mains exercées, donner approximativement la température du point de rosée, mais on ne peut pas compter sur son exactitude absolue. Cet appareil présente, en effet, plusieurs inconvénients que je vais énumérer :

» 1°. L'éther présente des différences de température notables dans ses différentes couches; la température de la couche superficielle est plus basse que celle des couches inférieures. En supposant le thermomètre d'une sensibilité extrême, ce qui est loin d'avoir lieu, il n'indiquerait encore que la température moyenne des couches dans lesquelles son réservoir est plongé. Or, cette température moyenne peut différer sensiblement de celle de laquelle dépend le premier dépôt de rosée. On atténue l'erreur qui peut résulter de cette cause en déterminant une évaporation très-lente de l'éther, au moment où l'on approche du point de rosée; mais on ne peut espérer la faire disparaître entièrement.

» 2°. La manipulation exige la présence prolongée de l'observateur dans le voisinage de l'appareil; c'est là un très-grand inconvénient, car elle influe nécessairement sur l'état hygrométrique de l'air et sur sa température, surtout si l'observateur est obligé de s'approcher très-près pour lire le thermomètre et pour observer le premier dépôt de la rosée.

» 3°. La vaporisation d'une grande quantité d'éther a lieu sur la boule B, dans un espace extrêmement voisin de celui dans lequel on détermine le dépôt de rosée sur la boule A : il est impossible que cette circonstance et que l'abaissement de la température qu'elle amène dans les couches d'air voisines n'occasionnent pas un changement très-sensible dans l'état hygrométrique de l'air.

» 4°. L'éther que l'on emploie n'est jamais de l'éther anhydre. L'éther ordinaire du commerce renferme jusqu'à $\frac{1}{10}$ de son poids d'eau. Cette eau est entraînée en grande partie par la vapeur d'éther dans un espace très-voisin de celui dans lequel on détermine le dépôt de rosée. Cette circonstance tend donc encore à changer l'état hygrométrique.

» 5°. Si la température est élevée et l'air très-sec, il est impossible d'amener le dépôt de rosée sur la boule A, même en versant de grandes quantités d'éther sur la boule B; de sorte que, dans ce cas, l'instrument refuse complétement le service. Il est évident, d'ailleurs, que les inconvénients que j'ai signalés 3° et 4° sont d'autant plus graves que la quantité d'éther évaporé est plus considérable.

» On a imaginé un grand nombre de modifications de l'appareil de Daniell; plusieurs physiciens ont proposé d'observer le dépôt de rosée sur la boule même du thermomètre. Ils ont courbé la tige du thermomètre, et ils ont ajusté exactement sur la partie supérieure de la boule une cuvette métallique dans laquelle on verse l'éther destiné à produire le refroidissement; le dépôt de la rosée s'observe sur la partie nue de la boule. Il est évident que cette disposition n'a pas d'avantages sur celle de Daniell; l'indication du thermomètre correspond à la température moyenne des différents points du mercure du réservoir, et non à celle de la partie de son enveloppe sur laquelle on observe le dépôt de rosée, et tout le monde conçoit qu'il peut exister une différence très-notable entre ces deux températures, surtout pendant la marche descendante toujours très-rapide du thermomètre.

» Les mêmes objections s'appliquent aux constructions proposées par M. Pouillet sous les noms d'*hygromètre à capsule* et d'*hygromètre à virole* (*Éléments de Physique*, quatrième édition, tome II, page 635), et à l'hygromètre métallique de M. Savary (*Annales de Chimie et de Physique*, troisième série, tome II, page 531). Tous ces instruments présentent au plus haut degré un inconvénient qu'il faut éviter à tout prix. La surface sur laquelle on observe le dépôt de la rosée est très-près, souvent même au milieu de l'espace dans lequel se développe la vapeur d'éther destinée à produire le

refroidissement. On a cherché, dans toutes ces constructions, à rendre plus rapide la marche descendante du thermomètre, tandis que c'est évidemment le problème contraire qu'il faut se proposer: il faut pouvoir rendre cette marche très-lente, afin d'être sûr qu'il ne peut exister qu'une différence très-petite entre la température de la paroi sur laquelle se dépose la rosée et celle indiquée par le thermomètre.

» Je crois que tous ces inconvénients se trouvent écartés dans l'instrument que je propose aux physiciens sous le nom d'*hygromètre condenseur*, et que j'ai eu occasion d'essayer dans les circonstances les plus variées.

» Cet appareil se compose d'un dé en argent très-mince et parfaitement poli. Ce dé a 45 millimètres de haut et 20 millimètres de diamètre; il s'ajuste exactement à frottement sur un tube de verre ouvert par les deux bouts. Le tube porte une petite tubulure latérale t'. L'ouverture supérieure du tube est fermée par un bouchon qui est traversé par la tige d'un thermomètre très-sensible qui en occupe l'axe; le réservoir cylindrique de ce thermomètre se trouve placé au milieu du dé en argent. Un tube de verre mince fg, ouvert par les deux bouts, traverse le même bouchon et descend jusqu'au fond du dé. On verse de l'éther dans le tube et l'on met la tubulure t' en communication au moyen d'un tube de plomb avec un aspirateur de la capacité de 3 à 4 litres, rempli d'eau. L'aspirateur est placé auprès de l'observateur, tandis que l'hygromètre condenseur en est aussi éloigné que l'on veut.

» En faisant couler l'eau de l'aspirateur, l'air pénètre par le tube gf, il traverse bulle à bulle l'éther qu'il refroidit en enlevant de la vapeur : le refroidissement devient d'autant plus rapide, que l'écoulement de l'eau est plus abondant; toute la masse d'éther présente d'ailleurs une température sensiblement uniforme, parce qu'elle est vivement agitée par le passage des bulles d'air. En moins d'une minute on abaisse la température jusqu'à déterminer un dépôt abondant de rosée. On observe à ce moment le thermomètre au moyen d'une lunette. Je suppose que ce thermomètre marque 12 degrés; il est clair que cette température est plus basse que celle à laquelle correspond réellement la saturation de l'air. On ferme le robinet r de l'aspirateur, le passage de l'air s'arrête, la rosée disparaît au bout de quelques instants, et le thermomètre remonte. Je suppose qu'il marque 13 degrés. Ce point est supérieur au point de rosée. J'ouvre très-peu le robinet r, de manière à déterminer le passage de bulles d'air très-peu abondantes à travers l'éther; si le thermomètre continue néanmoins à monter, j'ouvre le robinet davantage, et

je fais descendre le thermomètre à 12°,9; en fermant un peu plus le robinet, il est facile d'arrêter la marche descendante et de faire rester le thermomètre stationnaire à 12°,9 aussi longtemps que l'on veut. S'il ne s'est pas formé de rosée au bout de quelques instants, il est clair que 12°,9 est supérieur au point de rosée. Je descends maintenant à 12°,8, et j'y maintiens le thermomètre en réglant convenablement l'écoulement. Je suppose que la surface métallique se ternisse au bout de quelques instants, j'en conclus que 12°,8 est plus bas, et que 12°,9 est plus haut que la température à laquelle correspond la saturation. Je puis avoir une plus grande approximation en cherchant si 12°,85 est au-dessus ou au-dessous de ce point. A cet effet, je tourne très-peu le robinet *r*, de façon à ce que le thermomètre prenne une marche ascendante très-lente, malgré le passage des bulles à travers l'éther, et j'observe si la rosée disparaît ou si elle persiste à 12°,85, température à laquelle je maintiens pendant quelques instants le thermomètre stationnaire.

» Toutes ces opérations sont plus longues à décrire qu'à exécuter; lorsqu'on a un peu d'habitude, il suffit de trois à quatre minutes pour faire une détermination du point de rosée à $\frac{1}{20}$ de degré près.

» Le vase aspirateur a une capacité beaucoup plus grande que celle qui est nécessaire pour faire une seule détermination. Celui dont j'ai indiqué le volume suffit pour maintenir pendant plus d'une heure le condenseur dans le voisinage du point de rosée pour faire plus de dix déterminations consécutives.

» J'ai fait un grand nombre de déterminations au moyen de cet instrument, dans un grand amphithéâtre dont la température et l'état hygrométrique ne changent que très-lentement, et j'ai toujours trouvé des résultats parfaitement identiques dans des déterminations successives.

» Lorsqu'on fait des observations en plein air, on reconnaît combien l'état hygrométrique est variable d'un instant à l'autre, par suite des changements incessants de température. Lorsqu'on maintient le thermomètre du condenseur stationnaire dans les environs du point de rosée, on voit le métal se ternir ou reprendre son éclat, suivant que le plus léger souffle vient d'un côté ou de l'autre. Les hygromètres ordinaires et les psychromètres sont beaucoup trop peu sensibles pour indiquer ces variations momentanées.

» Il faut avoir très-exactement la température de l'air sec dans le point de l'espace dont on détermine l'état hygrométrique. A cet effet, je place un thermomètre très-sensible dans un second petit appareil tout semblable au premier, à cette différence près qu'il ne renferme pas de liquide. Ce second

appareil est disposé immédiatement à côté du premier; il est extrêmement utile pour faire juger, *par contraste*, des moindres changements qui surviennent sur l'appareil véritable. Ainsi, un observateur peu exercé pourrait ne pas reconnaître le premier dépôt très-peu sensible de rosée, si l'hygromètre condenseur est seul; il le reconnaîtra, au contraire, infailliblement, s'il a immédiatement à côté un second appareil qui lui sert de terme de comparaison.

» Je mets sous les yeux de l'Académie l'appareil tel que je le dispose ordinairement. *ab* est le condenseur qui fonctionne, la tubulure *t* est mastiquée dans un tube de cuivre *tcd*, auquel on attache en *d* le tube de plomb qui communique avec l'aspirateur. La tubulure *t'* du second appareil est bouchée avec un peu de mastic. Si l'on craint que le thermomètre T' n'obéisse pas assez rapidement aux variations de température de l'air, on peut le suspendre à l'air libre, et fixer le cylindre d'argent qui sert de terme de comparaison sur le tube *cd*.

» Il est facile de voir que l'appareil que je viens de décrire évite tous les inconvénients que j'ai signalés tout à l'heure comme existant dans l'hygromètre de Daniell. Ainsi :

» 1°. Le thermomètre indique rigoureusement la même température que l'éther, et toutes les couches de ce liquide présentent une température uniforme, à cause de l'agitation continuelle produite par le passage des bulles d'air; la paroi métallique sur laquelle se dépose la rosée a bien la même température que l'éther, parce qu'elle est très-mince et qu'elle se trouve en contact immédiat avec ce liquide.

» 2°. La manipulation n'exige pas le voisinage de l'observateur, qui se tient, au contraire, à une distance de plusieurs mètres, et observe les instruments avec une lunette.

» 3° et 4°. Il ne se forme aucune vapeur dans le voisinage du point dans lequel on détermine l'état hygrométrique.

» 5°. On peut obtenir des abaissements de température beaucoup plus considérables qu'avec l'hygromètre de Daniell. Ainsi, pendant les plus grandes chaleurs de l'été, j'ai amené le thermomètre du condenseur à plusieurs degrés au-dessous de zéro, et j'ai couvert la paroi métallique d'une couche épaisse de givre.

» Enfin la dépense en éther est beaucoup moins considérable; je dirai plus, on peut se passer entièrement de ce liquide et le remplacer par de l'alcool. Cette substitution est très-importante quand on fait des expériences

dans les climats chauds, où la conservation d'un liquide aussi volatil que l'éther est à peu près impossible.

» J'ai fait plusieurs expériences en plaçant dans le condenseur de l'alcool ordinaire, et j'ai amené très-facilement le dépôt de rosée. L'aspiration de l'air doit être, dans ce cas, plus rapide qu'avec l'éther, et le thermomètre s'abaisse plus lentement. Cela n'est pas un inconvénient, parce qu'on a moins de tâtonnements à faire pour observer exactement la température du point de rosée.

» Le plus grand inconvénient de l'appareil consiste en ce que l'aspirateur est un peu volumineux et que l'on a besoin d'eau pour le remplir, ce qui n'est pas toujours facile en voyage. Je ferai remarquer d'abord que le vase que j'emploie est beaucoup trop grand, quand on veut se borner à faire une seule détermination; un vase de la capacité d'un litre suffit dans ce cas; mais je me suis assuré qu'avec un peu d'habitude, on peut se passer entièrement de l'aspirateur.

» Je termine le tube de plomb par une petite embouchure semblable à celle d'un chalumeau ordinaire, et, auprès de cette embouchure, je place un robinet; l'observateur souffle d'abord assez vivement à travers l'éther pour amener le liquide au point de rosée. Il arrête alors, laisse disparaître la rosée, puis il souffle plus modérément en tournant convenablement le robinet. Il est facile par ce moyen de maintenir le thermomètre du condenseur à un état presque stationnaire. Un observateur exercé pourrait même se passer du robinet régulateur; mais son emploi rend l'expérience beaucoup plus facile. »

(La fin au prochain *Compte rendu.*)

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur les séries nouvelles que l'on obtient, quand on applique les méthodes exposées dans les précédentes séances, au développement de la fonction perturbatrice et à la détermination des inégalités périodiques des mouvements planétaires; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Dans les mouvements planétaires, les inégalités périodiques des divers ordres sont représentées, comme on le sait, par des intégrales simples ou multiples relatives au temps. De plus, les fonctions renfermées sous le signe $\int$, dans les intégrales dont il s'agit, se réduisent aux dérivées de la fonction perturbatrice, différentiée par rapport à un ou à plusieurs des éléments elliptiques; et, comme les valeurs de ces intégrales ne peuvent se calculer en termes finis, on a

cherché à en obtenir des valeurs approchées à l'aide de l'intégration par séries. On a été conduit, de cette manière, à développer la fonction perturbatrice en une série dont chaque terme pût être facilement intégré par rapport au temps. Cette condition se trouve remplie lorsque, en suivant la marche généralement adoptée jusqu'ici par les géomètres, on suppose chaque terme proportionnel au sinus ou au cosinus d'un angle représenté par une fonction linéaire des anomalies moyennes des deux planètes que l'on considère, ou, ce qui revient au même, lorsqu'on suppose la fonction perturbatrice développée suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments ces anomalies moyennes. Mais la série ainsi obtenue a l'inconvénient d'être une série double, ordonnée suivant les puissances entières de deux variables distinctes, et d'être souvent peu convergente, ce qui oblige quelquefois à calculer, pour obtenir des approximations suffisantes, un très-grand nombre de termes. Les formules et les méthodes que j'ai indiquées dans les précédents Mémoires permettent de faire disparaître ces difficultés. A la vérité, il semble au premier abord qu'en suivant ces méthodes, on peut perdre quelque chose sous le rapport de la généralité, et que les formules trouvées, du moins dans certains cas, s'appliquent seulement à des portions considérables de l'orbite qu'un astre décrit. Mais on peut modifier ces formules de manière à en obtenir d'autres qui subsistent au bout d'un temps quelconque. On peut, d'ailleurs, appliquer ces formules de diverses manières au développement de la fonction perturbatrice. Enfin, on peut les combiner avec de nouveaux théorèmes auxquels mes recherches m'ont conduit, particulièrement avec deux propositions qui me paraissent dignes de remarque, et que je vais énoncer.

» 1er *Théorème.* Étant données deux exponentielles trigonométriques dont les arguments sont proportionnels au temps, et une fonction développable suivant les puissances entières de la première exponentielle, on pourra toujours représenter par une intégrale définie simple relative au temps, la partie non périodique de l'intégrale indéfinie, dans laquelle la fonction sous le signe $\int$ se réduirait au produit de la seconde exponentielle par la fonction donnée.

» 2e *Théoreme.* La fonction perturbatrice ou même une fonction quelconque des anomalies excentriques de deux planètes, peut toujours être décomposée en deux parties, dont la première est évidemment la dérivée exacte par rapport au temps d'une autre fonction dont il est facile d'assigner la valeur, tandis que la seconde partie est une fonction finie de l'ano-

malie moyenne relative à l'une des planètes et d'une nouvelle variable liée aux deux anomalies moyennes par une équation très-simple.

» Ce dernier théorème réduit l'intégration de la fonction perturbatrice à l'intégration d'une autre fonction qui peut être développée, à l'aide de la formule de Lagrange, en une série simple et rapidement convergente, ordonnée suivant les puissances ascendantes d'une fonction linéaire des deux excentricités.

» J'ajouterai qu'à l'aide des principes ci-dessus énoncés, on peut développer ou la fonction perturbatrice, ou un facteur de cette fonction en une série simple ordonnée suivant les puissances ascendantes, non plus de deux exponentielles trigonométriques, mais d'une seule exponentielle dont l'argument soit proportionnel au temps. On pourrait, d'ailleurs, prendre pour cet argument ou l'une des anomalies moyennes, ou, ce qui paraît préférable, un angle équivalent soit à la différence des anomalies moyennes, soit à cette différence augmentée d'une quantité constante.

§ Ier. — *Sur la série qu'on obtient quand on développe deux fonctions d'une seule variable suivant les puissances ascendantes de l'exponentielle trigonométrique qui a pour argument cette même variable.*

» Soit $f(\omega)$ une fonction de la variable ω qui reste finie et continue pour toutes les valeurs réelles de ω comprises entre les limites

$$\omega = -\pi, \quad \omega = \pi.$$

En vertu des principes établis dans le second volume des *Exercices de Mathématiques*, $f(\omega)$ sera généralement développable en série ordonnée suivant les puissances entières de l'exponentielle trigonométrique

$$e^{\omega\sqrt{-1}};$$

et, si l'on pose en conséquence

$$(1) \qquad f(\omega) = \Sigma k_n e^{n\omega\sqrt{-1}},$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulle et négatives de n, on aura

$$(2) \qquad k_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-n\omega\sqrt{-1}} f(\omega)d\omega.$$

» Supposons maintenant que la fonction $f(\omega)$ reste finie et continue pour toutes les valeurs réelles et finies de la variable ω; et nommons υ l'angle variable qui, étant compris entre les limites

$$-\pi, \quad +\pi,$$

vérifie les deux conditions

$$\cos\upsilon = \cos\omega, \quad \sin\upsilon = \sin\omega, \tag{3}$$

en sorte qu'on ait généralement

$$\omega = 2i\pi + \upsilon, \tag{4}$$

i désignant une quantité entière positive, nulle ou négative. Alors, à la place des formules (1) et (2), on obtiendra les deux équations

$$f(\omega) = \Sigma k_n e^{n\upsilon\sqrt{-1}}, \tag{5}$$

$$k_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-n\upsilon\sqrt{-1}} f(\omega)\,d\upsilon, \tag{6}$$

dont la seconde peut s'écrire comme il suit

$$k_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-n\upsilon\sqrt{-1}} f(2i\pi + \upsilon)\,d\upsilon. \tag{7}$$

» En partant des formules (5) et (7), on pourra aisément intégrer une ou plusieurs fois de suite la fonction $f(\omega)$ par rapport à la variable ω, ou, ce qui revient au même, par rapport à la variable μ. Concevons, pour fixer le idées, que l'on cherche la valeur de l'intégrale

$$\int_{\omega_0}^{\omega} f(\omega)\,d\omega,$$

ω_0 désignant une valeur particulière de ω. Comme on aura

$$\int_{\omega_0}^{\omega} f(\omega)\,d\omega = \int_0^{\omega} f(\omega)\,d\omega - \int_0^{\omega_0} f(\omega)\,d\omega,$$

le seul problème à résoudre sera évidemment de trouver la valeur de l'in-

tégrale

$$\int_0^{\omega} \mathrm{f}(\omega)\,d\omega.$$

Il y a plus : comme on aura encore

$$\int_0^{\omega} \mathrm{f}(\omega)\,d\omega = \int_0^{2i\pi} \mathrm{f}(\omega)\,d\omega + \int_{2i\pi}^{\upsilon} \mathrm{f}(\omega)\,d\upsilon,$$

et

$$\int_{2i\pi}^{\omega} \mathrm{f}(\omega)\,d\omega = \int_0^{\upsilon} \mathrm{f}(\omega)\,d\upsilon,$$

il est clair que, si l'on pose, pour abréger,

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} \Omega &= \int_0^{2i\pi} \mathrm{f}(\omega)\,d\omega \\ &= \int_0^{2\pi} \{\mathrm{f}(\upsilon) + \mathrm{f}(2\pi+\upsilon) + \ldots + \mathrm{f}[2(i-1)\pi+1]\}\,d\upsilon, \end{aligned}\right.$$

on aura définitivement

$$(9)\qquad \int_0^{\omega} \mathrm{f}(\omega)\,d\omega = \Omega + \int_0^{\upsilon} \mathrm{f}(\omega)\,d\upsilon,$$

et par suite, eu égard à la formule (5),

$$(10)\qquad \int_0^{\omega} \mathrm{f}(\omega)\,d\omega = \Omega + \Sigma\, k_n \frac{e^{n\upsilon\sqrt{-1}} - 1}{n\sqrt{-1}}.$$

» Pour montrer une application très-simple des formules (5) et (7), posons

$$\mathrm{f}(\omega) = e^{\lambda\omega\sqrt{-1}},$$

λ désignant une quantité constante. Alors la formule (7) donnera

$$(11)\qquad k_n = e^{2\lambda i\pi\sqrt{-1}} \frac{\sin(\lambda-n)\pi}{(\lambda-n)\pi} = e^{\lambda(\omega-\upsilon)\pi\sqrt{-1}} \frac{\sin(\lambda-n)\pi}{(\lambda-n)\pi}.$$

On aura donc

$$(12)\qquad e^{\lambda\omega\sqrt{-1}} = e^{\lambda(\omega-\upsilon)\sqrt{-1}} \Sigma \frac{\sin(\lambda-n)\pi}{(\lambda-n)\pi} e^{n\upsilon\sqrt{-1}}.$$

§ II. — *Sur l'application des formules établies dans le § Ier, au calcul des inégalités périodiques des mouvements planétaires.*

» Soient

v la distance mutuelle de deux planètes m, m';
r, r' les distances de ces planètes au Soleil;
δ leur distance apparente, vue du centre du Soleil;
p, p' les longitudes des deux planètes;
ϖ, ϖ' les longitudes de leurs périhélies;
Π, Π' les distances apparentes de ces périhélies à la ligne d'intersection des orbites;
I l'inclinaison mutuelle de ces orbites;
T, T' les anomalies moyennes des deux planètes;
ψ, ψ' leurs anomalies excentriques;
ε, ε' les excentricités des deux orbites; et posons, pour abréger,

$$\nu = \sin^2 \frac{I}{2}.$$

On aura non-seulement

$$(1) \qquad v^2 = r^2 + r'^2 - 2rr' \cos\delta,$$

mais encore

$$(2) \quad \cos\delta = \cos(p - \varpi + \Pi - p' + \varpi' - \Pi') - 2\nu \sin(p - \varpi + \Pi) \sin(p' - \varpi' + \Pi').$$

On aura de plus

$$(3) \qquad T = \psi - \varepsilon \sin\psi,$$

$$(4) \qquad \cos(p - \varpi) = \frac{\cos\psi - \varepsilon}{1 - \varepsilon\cos\psi}, \quad \sin(p - \varpi) = \frac{(1 - \varepsilon^2)^{\frac{1}{2}} \sin\psi}{1 - \varepsilon\cos\psi},$$

et les formules (3), (4) continueront de subsister, quand on y remplacera

$$p, \; T, \; \psi, \; \varpi, \; \varepsilon$$

par

$$p', \; T', \; \psi', \; \varpi', \; \varepsilon'.$$

D'ailleurs, en supposant ε, ε' et ν assez petits pour qu'on puisse, sans erreur sensible, les remplacer par zéro dans les formules (2), (3), (4), ..., on tirera

de ces formules

$$p - \varpi = \psi = T, \quad p' - \varpi = \psi' = T',$$

et, par suite,

$$\cos\delta = \cos\omega,$$

la valeur de ω étant

(5) $$\omega = T - T' + \Pi - \Pi'.$$

On pourra donc prendre alors

$$\delta = \omega,$$

et généralement on peut dire que, pour des valeurs peu considérables de ε, ε', ν, la valeur de ω, déterminée par la formule (5), représentera une valeur approchée de δ.

» Soit maintenant R la fonction perturbatrice relative à la planète m, ou plutôt la partie de cette fonction qui se rapporte aux deux planètes m, m'; on aura

(6) $$R = -\frac{m'}{v} + \frac{m'r\cos\delta}{r'^2},$$

et, parmi les variations périodiques des éléments elliptiques de la planète m, celles qui seront du premier ordre par rapport aux masses se calculeront aisément si l'on sait intégrer une ou deux fois de suite, par rapport au temps, la fonction R et ses dérivées partielles prises par rapport aux élements dont il s'agit. Or, une semblable intégration ne pouvant s'effectuer en termes finis, on est obligé, pour résoudre la question, de recourir à l'intégration par série, et par conséquent de développer la fonction R en une série dont chaque terme puisse être facilement intégré par rapport au temps. Cette condition se trouve remplie lorsqu'en suivant la marche généralement adoptée, on développe R en une série ordonnée suivant les puissances entières des deux exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}}.$$

Mais le développement ainsi obtenu a l'inconvénient d'être une série double, et la convergence de cette série est quelquefois assez lente pour obliger les géomètres à conserver, dans le calcul, un grand nombre de termes. Or, il importe d'observer, en premier lieu, qu'on peut réduire la série double à une série simple en opérant comme il suit :

» Soient μ et μ' les moyens mouvements des planètes m, m', et posons, pour abréger,

$$\lambda = \frac{\mu}{\mu - \mu'}, \qquad \lambda' = \frac{\mu'}{\mu - \mu'}.$$

On aura

$$(7) \qquad \lambda = \lambda' + 1.$$

De plus, comme les valeurs de T, T' seront de la forme

$$T = \mu(t - \tau), \qquad T' = \mu'(t - \tau'),$$

on en conclura

$$T - T' = (\mu - \mu')t - (\mu\tau - \mu'\tau').$$

Donc, les parties variables des quantités

$$T, \qquad T', \qquad \omega$$

seront respectivement

$$\mu t, \qquad \mu' t, \qquad (\mu - \mu')t,$$

et, par suite, les exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \qquad e^{T'\sqrt{-1}}$$

seront proportionnelles aux exponentielles

$$x = e^{\lambda\omega\sqrt{-1}}, \qquad x' = e^{\lambda'\omega\sqrt{-1}}.$$

Cela posé, concevons que, la fonction R étant développée suivant les puissances entières de x et x', on nomme

$$A_{n,\, n'}$$

le coefficient du produit

$$x^n x'^{n'}$$

dans le développement dont il s'agit. On aura

$$R = \Sigma A_{n,\, n'} e^{n\lambda\omega\sqrt{-1}} e^{n'\lambda'\omega\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même, eu égard à la formule (7),

$$R = \Sigma A_{n,\, n'} e^{n\omega\sqrt{-1}} e^{(n+n')\lambda'\omega\sqrt{-1}},$$

par conséquent,

(8) $$R = \Sigma A_{n,n'-n} e^{n\omega\sqrt{-1}} e^{n'\lambda'\omega\sqrt{-1}}.$$

Soit d'ailleurs v celui des angles renfermés entre les limites $-\pi$, $+\pi$, qui vérifie les deux conditions

(9) $$\cos v = \cos\omega, \quad \sin v = \sin\omega.$$

La différence

$$\omega - v$$

sera un multiple de 2π, et, en nommant l une quantité entière quelconque, on tirera de la formule (12) du § I[er],

$$e^{n'\lambda'\omega\sqrt{-1}} = e^{n'\lambda'(\omega - v)\sqrt{-1}} \Sigma \frac{\sin(n'\lambda' - l)\pi}{(n'\lambda' - l)\pi} e^{lv\sqrt{-1}}.$$

En conséquence, la formule (8) donnera

$$R = \Sigma A_{n,n'-n} \frac{\sin(n'\lambda' - l)\pi}{(n'\lambda' - l)\pi} e^{n'\lambda'(\omega - v)\sqrt{-1}} e^{(n+l)v\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même,

(10) $$R = \Sigma A_{n-l,n'-n+l} \frac{\sin(n'\lambda' - l)\pi}{(n'\lambda' - l)\pi} e^{n'\lambda'(\omega - v)\sqrt{-1}} e^{nv\sqrt{-1}},$$

et, par suite,

(11) $$R = \Sigma A_n e^{nv\sqrt{-1}},$$

la valeur de A_n étant

(12) $$A_n = \Sigma \frac{\sin(n'\lambda' - l)\pi}{(n'\lambda' - l)\pi} A_{n-l,n'-n+l} e^{n'\lambda'(\omega - v)\sqrt{-1}}.$$

Ainsi la fonction perturbatrice R peut être developpée en une série simple ordonnée suivant les puissances ascendantes de l'exponentielle trigonométrique

$$e^{v\sqrt{-1}} = e^{\omega\sqrt{-1}};$$

et dans cette série, le coefficient A_n de la $n^{ième}$ puissance de l'exponentielle dont

il s'agit est déterminé par la formule (12), en vertu de laquelle il conservera la même valeur pour toutes les valeurs de ω comprises entre deux termes consécutifs de la progression arithmétique

$$\ldots -4\pi, -2\pi, 0, 2\pi, 4\pi, \ldots$$

» La fonction R étant développée, comme on vient de le dire, en une série ordonnée suivant les puissances entières de

$$e^{\upsilon\sqrt{-1}} = e^{\omega\sqrt{-1}},$$

il deviendra facile d'intégrer par rapport à R, ou cette fonction, ou la dérivée de cette fonction différentiée par rapport à l'un des éléments elliptiques. Les formules qu'on obtiendra de cette manière seront analogues à l'équation (10) du paragraphe précédent. D'ailleurs, des intégrales relatives à ω on déduira immédiatement les intégrales relatives à t, en ayant égard à la formule

$$d\omega = (\mu - \mu')dt,$$

de laquelle on tire

$$dt = \frac{d\omega}{\mu - \mu'}.$$

» Des deux parties qui composent la fonction R, une seule est difficile à développer, savoir, celle qui est réciproquement proportionnelle à la distance v. Considérons séparément cette partie, ou, ce qui revient au même, le rapport $\frac{1}{v}$. Si, en opérant comme on vient de le dire, on développe ce rapport en une série simple ordonnée suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\omega\sqrt{-1}},$$

la série obtenue sera, il est vrai, une série simple, mais elle pourra n'être pas très-rapidement convergente. Pour rendre la convergence plus rapide, il suffira, conformément au principe établi dans un précédent Mémoire, de décomposer la fonction $\frac{1}{v}$ en deux facteurs, dont le premier, étant d'une forme très-simple, diffère peu de $\frac{1}{v}$, puis de laisser ce premier facteur inaltérable, et de développer le second facteur suivant les puissances entières

de l'exponentielle

$$e^{\omega\sqrt{-1}}.$$

Si l'on nomme a, a' les demi-grands axes des orbites décrites par les planètes m, m', une première valeur approchée du rapport $\frac{1}{v}$ sera l'expression

$$(a^2 - 2aa' \cos\omega + a'^2)^{-\frac{1}{2}},$$

à laquelle on pourra réduire le premier facteur de $\frac{1}{v}$. On pourra, d'ailleurs, dans cette hypothèse, intégrer par rapport à t les divers termes du développement de $\frac{1}{v}$, à l'aide de formules analogues aux équations (26), (27) de la page 924. Ajoutons qu'il sera facile de modifier ces équations de manière qu'elles deviennent applicables à toutes les époques du mouvement, et subsistent pour des valeurs quelconques de t.

§ III. — *Sur une transformation remarquable de la fonction perturbatrice.*

» Conservons les notations adoptées dans le précédent paragraphe, et désignons par $F(\psi, \psi')$ ou la fonction perturbatrice R, ou même, plus généralement, une fonction donnée des anomalies excentriques ψ, ψ', liées aux anomalies moyennes T, T' par les deux équations

(1) $T = \psi - \varepsilon \sin\psi$, (2) $T' = \psi' - \varepsilon' \sin\psi'$.

Pour des valeurs de ε inférieures à une certaine limite, la fonction

$$F(\psi, \psi')$$

pourra être développée suivant les puissances ascendantes de ε, ou à l'aide du théorème de Lagrange relatif au développement des fonctions implicites, ou encore à l'aide de la formule

$$(3) \qquad F(\psi, \psi') = \mathcal{E}\frac{(1 - \varepsilon\cos\psi)\,F(\psi, \psi')}{((\psi - \varepsilon\sin\psi - T))},$$

de laquelle on tirera

$$(4) \qquad F(\psi, \psi') = \sum \mathcal{E}\frac{(1 - \varepsilon\cos\psi)\,\varepsilon^n \sin^n\psi\,F(\psi, \psi')}{((\psi - T)^{n+1})},$$

ou, ce qui revient au même,

$$(5)\qquad F(\psi, \psi') = \sum \frac{\varepsilon^n}{1.2\ldots n} D_T^n [(1 - \varepsilon \cos T) \sin^n T F(T, \psi')],$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières, nulle et positives de n, et le produit $1.2\ldots n$ devant être remplacé par l'unité, quand n se réduit à zéro. D'autre part, comme les parties variables de T, T' seront respectivement

$$\mu t, \quad \mu' t,$$

si l'on désigne par ϖ une fonction quelconque de T, T' ou même de ψ, ψ', on aura généralement

$$D_t \varpi = \mu D_T \varpi + \mu' D_{T'} \varpi,$$

et, par suite,

$$D_t = \mu D_T + \mu' D_{T'}.$$

Il en résulte que D_t sera généralement facteur de la différence

$$\mu^n D_T^n - (-\mu' D_{T'})^n,$$

et de la différence

$$D_T^n - \left(-\frac{\mu'}{\mu} D_{T'}\right)^n.$$

Donc l'équation (5) pourra être présentée sous la forme

$$(6)\qquad F(\psi, \psi') = D_t s + \sum \frac{\left(-\frac{\varepsilon\mu'}{\mu}\sin T\right)^n}{1.2\ldots n} (1 - \varepsilon \cos T) D_{T'}^n F(T, \psi'),$$

s désignant une fonction nouvelle dont il sera facile d'assigner immédiatement la valeur. Ajoutons qu'en vertu de la formule de Taylor, l'équation (6) pourra être réduite à

$$(7)\qquad F(\psi, \psi') = D_t s + (1 - \varepsilon \cos T) F(T, \Psi),$$

Ψ désignant une variable nouvelle que l'on déduira de ψ', en attribuant à T' un accroissement représenté par le produit

$$-\frac{\varepsilon\mu'}{\mu} \sin T.$$

Ainsi, dans l'équation (7), Ψ sera une fonction implicite de T et T', déterminée par la formule

$$(8)\qquad \Psi - \varepsilon \sin \Psi = T' - \frac{\varepsilon \mu'}{\mu} \sin T.$$

» Si l'on applique le calcul des résidus à la détermination de la fonction

$$F(T,\ \Psi),$$

on trouvera

$$F(T, \Psi) = \mathcal{E} \frac{(1 - \varepsilon \cos \Psi) F(T, \Psi)}{\left(\Psi - T' - \varepsilon \sin \Psi + \frac{\varepsilon \mu'}{\mu} \sin T\right)},$$

et, par suite,

$$(9)\qquad F(T, \Psi) = \sum \frac{D_{T'}^{n}\left[(1 - \varepsilon' \cos T')\left(\varepsilon' \sin T' - \frac{\varepsilon \mu'}{\mu} \sin T\right)^{n} F(T, T')\right]}{1.2\ldots n}.$$

» La formule (7) réduit la détermination de l'intégrale

$$\int F(\psi,\ \psi')dt$$

à la détermination de l'intégrale

$$\int F(1 - \varepsilon \cos T)\, F(T, \Psi)dt.$$

On doit remarquer d'ailleurs que les deux expressions

$$F(\psi, \psi'), \qquad F(T, \Psi)$$

se trouvent représentées, la première par une série double, et la seconde par une série simple seulement, quand on les réduit l'une et l'autre à des fonctions explicites de T, T', en appliquant à la première la formule de Lagrange, et, à la seconde, la formule (9). Ajoutons que, dans le passage de la série double à la série simple, la convergence pourra devenir sensiblement plus rapide si le rapport $\frac{\mu'}{\mu}$ est notablement inférieur à l'unité. C'est ce qui arrivera en particulier si l'on prend pour m la planète Pallas, et pour m' Jupiter; attendu qu'alors on aura sensiblement

$$\varepsilon = \frac{1}{4} \quad \text{et} \quad \frac{\mu'}{\mu} \varepsilon = \frac{1}{11}.$$

§ IV. — *Sur la détermination des parties non périodiques de certaines intégrales.*

» Soit f(ω) une fonction développable suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\omega\sqrt{-1}},$$

en sorte qu'on ait

$$\text{(1)}\qquad f(\omega) = \Sigma k_n e^{n\omega\sqrt{-1}},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulle et négatives de n. Supposons d'ailleurs que l'équation (1) subsiste pour une valeur quelconque de ω, et prenons

$$\text{(2)}\qquad s = \int_0^\omega e^{\lambda\omega\sqrt{-1}} f(\omega)\, d\omega,$$

λ étant une quantité constante. On aura, en vertu de la formule (1),

$$s = \Sigma k_n \frac{e^{(n+\lambda)\omega\sqrt{-1}} - 1}{(n+\lambda)\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même,

$$\text{(3)}\qquad s = \Sigma k_n \frac{e^{(n+\lambda)\omega\sqrt{-1}}}{(n+\lambda)\sqrt{-1}} - \mathfrak{S},$$

la valeur de $\mathfrak{S}$ étant

$$\text{(4)}\qquad \mathfrak{S} = \Sigma \frac{k_n}{(n+\lambda)\sqrt{-1}}.$$

Or, il est important d'observer que la constante $\mathfrak{S}$, c'est-à-dire la partie non périodique de s, peut être représentée par une intégrale définie simple. En effet, si, après avoir multiplié les deux membres de l'équation (2) par l'exponentielle $e^{-\lambda\omega\sqrt{-1}}$, on intègre ces deux membres entre les limites

$$\omega = -\pi, \quad \omega = \pi,$$

une intégration par parties, appliquée au premier membre de l'équation dont il s'agit, donnera

$$\text{(5)}\qquad \mathfrak{S} = \frac{\sqrt{-1}}{2\sin\lambda\pi} \int_0^\pi \left[e^{\lambda(\omega-\pi)\sqrt{-1}} f(\omega) + e^{-\lambda(\omega-\pi)\sqrt{-1}} f(-\omega)\right] d\omega.$$

» Dans d'autres articles, nous développerons les conséquences qui se déduisent des formules auxquelles nous sommes parvenus dans celui-ci. »

« M. **Augustin Cauchy** présente quelques remarques au sujet de la Lettre de M. *Laurent*, insérée dans le précédent *Compte rendu*. Il signale des rapports qui existent entre quelques-uns des résultats énoncés par M. Laurent, et ceux auxquels lui-même et d'autres auteurs étaient précédemment parvenus. M. Cauchy cite particulièrement les articles qu'il a publiés dans les *Comptes rendus* des séances du 28 octobre et du 4 novembre 1839, une Note de M. Savary dont la date remonte encore au 4 novembre, enfin un Mémoire de M. Cellerier renvoyé par l'Académie à l'examen d'une Commission spéciale. Dans ce Mémoire, relatif aux mouvements infiniment petits des corps et de l'éther qui y est contenu, M. Cellerier donnait aussi une explication des raies du spectre solaire, découvertes par Fraunhofer. »

L'Académie apprend, par une Lettre de M. **de la Rive** à M. **Arago**, la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. **Théodore de Saussure**, correspondant pour la Section de Chimie, décédé le 18 mars 1845.

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, par la voie du scrutin, la Commission chargée de l'examen des pièces envoyées au Concours pour le prix de Mécanique. MM. Poncelet, Morin, Piobert, Gambey, Dupin réunissent la majorité des suffrages.

M. **Pariset** est désigné, également par la voie du scrutin, pour remplacer, dans la Commission de Médecine et de Chirurgie, M. *Flourens*, que ses fonctions de Secrétaire perpétuel tiennent occupé à l'heure où la Commission se réunit.

M. **Dumas** est invité à s'adjoindre à la Commission, qui aura à juger plusieurs Mémoires dans lesquels interviennent des questions de chimie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Mémoire sur les sels haloïdes doubles; par* M. **Poggiale**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Regnault.)

« Le travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie

des Sciences a pour but de faire connaître plusieurs sels haloïdes doubles, et deux combinaisons formées d'un sel haloïde et d'un oxysel.

» L'histoire des sels haloïdes doubles, malgré les recherches intéressantes dont ils ont fait l'objet, laisse de nombreuses lacunes à combler. Leur étude offre un champ vaste, et paraît promettre aux chimistes des résultats importants.

» Suivant M. Bonsdorff, le chlore, l'iode, etc., combinés avec les autres corps électro-négatifs, donnent naissance à des composés analogues aux acides, tandis que les combinaisons qui résultent de l'union de ces mêmes corps avec les corps simples électro-positifs produiraient des bases. Il semble plus sage, dans l'état actuel de la chimie, et d'après les raisons indiquées dans ce Mémoire, de ne voir dans les sels haloïdes doubles, comme dans les oxysels doubles, que la combinaison d'un corps électro-positif avec un corps électro-négatif.

» Je diviserai les sels que j'ai étudiés,

» 1°. En sels haloïdes doubles dans lesquels le corps halogène est le même;

» 2°. En sels haloïdes doubles contenant deux corps halogènes;

» 3°. En sels doubles formés d'un sel haloïde et d'un oxysel.

1°. *Chlorures doubles.*

» *Protochlorure d'antimoine et chlorhydrate d'ammoniaque.* — Le chlorure d'antimoine se combine en deux proportions avec le chlorhydrate d'ammoniaque. Si l'on ajoute à une solution de ce dernier sel du chlorure d'antimoine, on remarque que celui-ci se dissout parfaitement et ne produit qu'un trouble léger dû à une petité quantité d'oxychlorure d'antimoine qui se précipite. En évaporant la liqueur à une chaleur douce, on obtient d'abord de beaux prismes rectangulaires composés des deux sels; et en soumettant l'eau mère à une évaporation lente, il se forme des hexaèdres ou des pyramides hexaèdres d'une régularité parfaite. Ce nouveau produit n'a pas la même composition que le premier.

» Ces deux sels sont incolores et transparents; exposés à l'air, ils jaunissent et deviennent ternes; mais ils se conservent bien dans un air sec ou dans l'eau mère qui les a produits. Quand on les chauffe, ils deviennent également jaunâtres. L'eau, en quantité considérable, les décompose.

» J'indique, dans mon Mémoire, le procédé que j'ai suivi pour déterminer la composition de ces sels et les résultats que j'ai obtenus. La composition des cristaux prismatiques est représentée par

$$3NH^3, HCl; SbCl^3 + 3HO,$$

et celle des hexaèdres par

$$2NH^3, HCl; SbCl^3 + 2HO.$$

» *Chlorure double d'antimoine et de potassium.* — Ce sel est déliquescent, devient jaunâtre à l'air, et est détruit par l'eau. La chaleur le décompose également. Il cristallise en feuilles.

» Il a pour formule

$$SbCl^3; 3KCl.$$

» L'eau mère, abandonnée à une évaporation spontanée, donne des hexaèdres composés de $SbCl^3$, $2KCl$.

» Le chlorure d'antimoine se combine aussi avec le chlorure de sodium, et donne des lames feuilletées formées de $SbCl^3$; $3NaCl$.

» Le chorure de barium, uni au chlorure d'antimoine, présente une particularité qui mérite d'être mentionnée. Si la solution de chlorure de barium n'est pas concentrée, les deux sels se séparent par le refroidissement; le chlorure de barium cristallise en tables, tandis que le protochlorure d'antimoine décompose l'eau. Il faut donc, pour obtenir cette combinaison, concentrer la solution de chlorure de barium, avant d'y ajouter le protochlorure d'antimoine. La liqueur donne alors des aiguilles fines disposées en groupes étoilés. Ce sel double est composé de

$$SbCl^3; 2BaCl + 5HO.$$

» Le protochlorure d'antimoine se combine également avec les chlorures de strontium, de calcium et de magnésium.

» Le protochlorure d'étain forme, avec le chlorhydrate d'ammoniaque, un sel double bien défini. Je donne, dans mon Mémoire, son mode de préparation.

» Il cristallise en belles aiguilles assemblées en faisceaux, qui se conservent bien à l'air, et qui sont décomposées par l'eau.

» L'analyse a fait voir que ce sel est formé de

$$SnCl; 2NH^3, HCl + 3HO.$$

» Le chlorure d'étain et le potassium, que l'on prépare directement, cristallisent en aiguilles très-longues, d'une grande netteté et d'une beauté remarquable. Il est isomorphe avec le précédent. Sa formule est

$$SnCl; 2KCl + 3HO.$$

» Le chlorure d'étain et de barium donne de beaux prismes par une évaporation spontanée, et le chlorure d'étain et de strontium cristallise en longues aiguilles. Leur composition est la même. Voici leurs formules :

$$SnCl;\ BaCl + 4HO;$$
$$SnCl;\ StCl + 4HO.$$

» Le chlorure de magnésium s'unit au chlorure de sodium. J'indique, dans mon Mémoire, sa préparation et son analyse. Sa composition est

$$2MgCl;\ NaCl + 2HO.$$

2°. *Iodures doubles.*

» L'iodhydrate d'ammoniaque dissout l'iodure d'argent et donne naissance à un sel double composé de 2 équivalents d'iodhydrate d'ammoniaque et de 1 équivalent d'iodure d'argent. Ce sel double est incolore ; il s'humecte à l'air; l'eau le décompose. Il renferme

$$2NH^3,\ HI;\ AgI.$$

» L'iodure de plomb est susceptible de se combiner avec l'iodure de sodium. Ce sel cristallise en paillettes jaunes brillantes, que j'avais d'abord considérées comme de l'iodure de plomb. Pour préparer ce composé, on ajoute un léger excès d'iodure de sodium à une dissolution chaude d'iodure de plomb. La liqueur, étant abandonnée à elle-même dans un endroit chaud, laisse déposer le sel double, qui a pour formule

$$2PbI;\ NaI.$$

» L'iodure de zinc et de potassium donne, par l'évaporation spontanée ou dans le vide, des cristaux prismatiques, radiés et en groupes. Il est incolore, très-soluble dans l'eau et extrêmement déliquescent. Il contient

$$ZnI;\ KI.$$

3°. *Sels haloïdes doubles contenant deux corps halogènes.*

» *Chloro-iodure de plomb.* — On l'obtient en traitant une dissolution de chlorure de plomb par l'iodure de sodium, ou bien en dissolvant l'iodure de plomb dans le chlorhydrate d'ammoniaque. Par le refroidissement, la liqueur laisse déposer de nombreux cristaux jaunâtres, qui affectent la forme d'ai-

guilles, et qui sont composés de

$$PbI; 2PbCl.$$

» Si, après avoir séparé les cristaux qui résultent de l'action de l'iodure de plomb sur le chlorhydrate d'ammoniaque, on fait évaporer la liqueur, on obtient un nouveau sel composé de 1 équivalent d'iodure de plomb, de 2 équivalents de chlorhydrate d'ammoniaque et de 2 équivalents d'eau.

» Cette combinaison présente une cristallisation remarquable. Les cristaux sont formés d'aiguilles rameuses, extrêmement fines, qui partent d'un centre commun, et qui constituent de belles houppes soyeuses. Ce sel, exposé à l'air, devient jaune; l'eau le jaunit également, en le décomposant.

4°. Sels doubles formés d'un sel haloïde et d'un oxysel.

» J'ai étudié deux sels doubles composés d'un sel haloïde et d'un oxysel. Ces combinaisons sont formées, la première, de chlorure de plomb et d'acétate de plomb neutre, et la seconde, d'iodure de plomb et de carbonate de plomb.

» *Chlorure et acétate de plomb.* — On obtient ce sel double en traitant à chaud, dans une capsule de porcelaine, le chlorure de plomb par l'acétate de plomb tribasique, et en ajoutant ensuite un léger excès d'acide acétique. On évapore à une chaleur douce, et, par le refroidissement, il se dépose des cristaux incolores, nacrés et doués de beaucoup d'éclat. Ces cristaux sont composés d'aiguilles fines et soyeuses, qui partent d'une centre commun.

» Ce sel a une saveur d'abord sucrée, puis astringente; il est légèrement efflorescent au contact de l'air, et éprouve la fusion aqueuse à 82 degrés; il bout à 109 degrés, et perd alors son eau de cristallisation. Ce sel est très-soluble dans l'eau; l'alcool le décompose, en précipitant le chlorure de plomb. D'après plusieurs analyses, il serait composé de

$$PbCl; 5PbOA + 15HO.$$

» Cette formule paraîtra moins extraordinaire, si on la compare à celle du chlorophosphate de plomb, qui, suivant M. Wœlher, est composé de manière que le phosphate de plomb contient neuf fois autant de plomb que le chlorure.

» *Iodure et carbonate de plomb.* — On le prépare en faisant digérer du carbonate de plomb dans une dissolution d'iodure de plomb, et en faisant bouillir le composé insoluble dans une solution de ce dernier sel. Cette

opération est répétée jusqu'à ce que la liqueur conserve l'iodure de plomb dissous.

» Ce sel double est jaune et insoluble dans l'eau. Sa formule est

$$PbI, PbO, CO^2. »$$

CHIMIE. — *Réplique de* M. **Barse** *aux réponses faites par* MM. Flandin *et* Danger *dans la séance précédente.* (Extrait par l'auteur.)

(Commission des poisons minéraux.)

« M. Barse, dans cette nouvelle communication, examine chacune des réponses qui ont été faites par MM. Flandin et Danger dans la dernière séance, et qui sont insérées à la page 1083 du *Compte rendu.* Il cherche à prouver notamment :

» 1°. Qu'en admettant enfin l'existence du cuivre *accidentel,* M. Flandin a tort de persister à nier l'existence du cuivre *normal;* M. Barse cite un texte où M. Flandin dit, en effet, que, par ces deux dénominations, on change le *mot* sans changer la *chose;*

» 2°. Que « l'Académie n'a pas proscrit complétement les taches » comme le dit M. Flandin, puisque les quatorze expériences faites par la Commission sur l'*arsenic normal* sont fondées *uniquement* sur la méthode des taches;

» 3°. Que le système de fractionnement des matières de conviction est contraire à la raison et aux règles de l'analyse; que M. Flandin le prouve lui-même en ajoutant : « qu'il est bien entendu que, si l'on ne trouve rien sur » 100 grammes, il faudra opérer sur 200, sur 500 et même sur 1000, » puisqu'en agissant successivement sur ces fractions, qu'il admet pouvoir être insuffisantes, on a détruit sans recours toute la masse sur laquelle on devrait ensuite opérer en une seule fois;

» 4°. Enfin, M. Barse, pour prouver l'urgence du Rapport de la Commission, annonce qu'on juge en ce moment une cause dans laquelle, de concert avec MM. Devergie et Lesueur, il a présenté *le cuivre* extrait du cadavre comme étant sans importance au point de vue de l'existence d'un crime, tandis que, selon M. Flandin, ce cuivre aurait fait la base de l'accusation. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau système de chemins de fer; par* M. **Taurinus**; 2e addition à un Mémoire précédemment présenté.

(Renvoi à la Commission déjà nommée.)

M. **Pagnon-Vuatrin** adresse une Note sur *l'emploi des cendres de houille comme moyen de désinfection pour les fosses d'aisance.*

Cette Note est renvoyée à l'examen de la Commission qui a été chargée de faire le Rapport sur le Mémoire de M. *Siret* et sur diverses autres communications également relatives à des procédés de désinfection.

M. **Bouniol** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Jauge lyonnaise rectifiée; ses dimensions rapportées au mètre, exactitude des indications qu'elle fournit et simplicité des règles au moyen desquelles on obtient le cubage des futailles.*

M. Bouniol ne se donne point pour l'inventeur de cette jauge, qui déjà, comme il le rappelle, est depuis assez longtemps employée par l'Administration des octrois de la ville de Lyon; mais il croit lui avoir fait subir diverses modifications avantageuses. Il pense que telle qu'il la présente aujourd'hui, et au moyen des règles qu'il donne pour en faire usage, elle permet d'arriver très-rapidement et très-exactement au cubage de toutes les futailles. A son Mémoire est joint un modèle de l'appareil.

(Commissaires, MM. Mathieu, Babinet, Mauvais.)

M. **Fraysse** adresse, de Privas, le tableau des *observations météorologiques* des trois premiers mois de 1845.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Agriculture et du Commerce** rappelle qu'il a adressé, à diverses reprises, à l'Académie, des documents relatifs à la *question de la peste et des quarantaines :* ces documents sont aujourd'hui nécessaires à une Commission qui a été chargée par l'Académie de Médecine de s'occuper de la même question. M. le Ministre invite, en conséquence, l'Académie à lui renvoyer ces pièces, en l'avertissant qu'il se ferait un plaisir de les lui communiquer plus tard, si elle en avait encore besoin.

M. **Flourens** présente, au nom de M. **Pappenheim**, un opuscule sur l'*anatomie pathologique de la surdité,* opuscule qui fait suite à de précédentes publications de l'auteur sur le même sujet. Parmi les nouveaux faits qui se trou-

vent signalés dans ce dernier écrit, on remarquera la présence de la cholestérine, qui a été trouvée dans le conduit extérieur, dans la caisse du tympan, et jusque dans les membranes du labyrinthe. La formation de ce produit est toujours consécutive à un état inflammatoire, état déterminé trop souvent par un emploi peu judicieux ou peu habile du cathétérisme. Parmi les autres produits pathologiques déterminés par des affections de l'organe de l'ouïe, M. Pappenheim mentionne encore des cristaux de carbonate de chaux tapissant les grandes cellules du labyrinthe membraneux. Il serait à désirer, remarque l'auteur, que l'on étudiât avec soin l'influence qu'exercent sur la propagation du son ces cellules découvertes par lui en 1837. « Leur influence, ajoute-t-il, doit être grande, puisque dans beaucoup de surdités elles sont les seules parties de l'organe de l'ouïe qui présentent des traces de changement, traces qui consistent dans la présence des cristaux dont il vient d'être parlé. »

M. **Flourens** présente, également au nom de l'auteur, M. **Brière de Boismont**, un Mémoire ayant pour titre : *Du délire aigu observé dans les établissements d'aliénés*. Cette affection, qui ne laisse communément après elle aucun désordre anatomique appréciable, offre un symptôme très-caractéristique dans la répugnance pour les boissons qui s'observe chez tous les individus qui en sont atteints. Ce symptôme, qui est accompagné d'un spasme de l'œsophage, est, avec la nature du désordre de l'esprit, un des signes par lesquels on distingue aisément l'affection dont il s'agit de la méningite. Elle se distingue aussi de la folie par des caractères faciles à apprécier : ainsi, dans la folie à forme aiguë, et surtout dans la manie, la fièvre manque souvent, la connaissance est mieux conservée, etc. « Il est d'autant plus important, remarque l'auteur, de ne pas confondre ces diverses affections, que leur traitement est fort différent. »

CHIMIE. — *Sur la composition du sesquichlorure de chrome; par* M. **Eug. Peligot.**

« Dans le travail sur le chrome que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 14 octobre dernier, j'ai été conduit à modifier notablement l'équivalent de ce métal; j'ai proposé de remplacer le nombre 351,8, qui résulte des expériences de M. Berzelius, par le nombre 328, en m'appuyant sur les analyses de l'acétate de protoxyde de chrome que j'ai fait

connaître, et sur plusieurs autres données analytiques qui sont consignées dans mon Mémoire.

» J'avais le projet de chercher dans de nouvelles analyses de quelques-uns des composés du chrome, la confirmation de ces premiers résultats, lorsque M. Dumas m'invita à remettre des échantillons de sesquichlorure de chrome à M. Pelouze qui avait manifesté le désir de fixer l'équivalent de ce métal par la méthode analytique dont cet habile chimiste a entretenu l'Académie dans sa dernière séance, et qui consiste à mettre les chlorures en contact avec des poids connus d'argent dissous dans l'acide azotique. Avant de remettre à M. Pelouze les échantillons qu'il désirait tenir de moi et que j'ai préparés avec un grand soin, j'ai été porté, par un sentiment de curiosité qu'il comprendra et qu'il excusera sans nul doute, à essayer par cette même méthode l'analyse du chlorure que je lui destinais. La composition de ce corps, qui est représentée par 3 équivalents de chlore et 2 de chrome, Cl^3Cr^2, a été établie il y a longtemps par M. Berzelius; mais le célèbre chimiste suédois connaissait mal les propriétés de ce chlorure, car il lui attribuait une solubilité dans l'eau qu'il ne possède nullement dans son état de pureté. J'ai montré, en effet, que le sesquichlorure de chrome sublimé, qu'on obtient en magnifiques cristaux violets lorsqu'on fait agir le chlore sur un mélange d'oxyde de chrome et de charbon, sous l'influence d'une température élevée, est entièrement insoluble dans l'eau froide comme dans l'eau chaude; qu'il se dissout, au contraire, en toutes proportions dans l'eau qui renferme une petite quantité du protochlorure de chrome, Cl Cr, que j'ai fait connaître. J'ai appelé l'attention de l'Académie sur le fait, jusqu'ici sans précédent dans les annales de la science, du changement moléculaire qu'éprouve instantanément l'une des substances minérales les plus stables, par la seule présence d'une quantité très-petite d'un autre corps composé des mêmes éléments : j'ai dit qu'il suffisait que l'eau tînt en dissolution $\frac{1}{10\,000}$ de protochlorure de chrome, pour acquérir cette action dissolvante; d'après de nouvelles expériences, je puis réduire aujourd'hui cette quantité à $\frac{1}{40\,000}$, et je ne doute pas qu'on puisse, en opérant avec des précautions convenables, la diminuer encore beaucoup.

» Je n'avais pas songé à appliquer à l'analyse du sesquichlorure violet cette action dissolvante, ou plutôt décomposante, du protochlorure de chrome. J'avais néanmoins exécuté cette analyse en chauffant ce corps avec un mélange de nitre et de carbonate de soude pur, et en déterminant, par les méthodes ordinaires, le chlore et l'acide chromique fournis par le résidu de cette calci-

nation. Comme mes analyses, que je n'ai pas publiées, s'accordaient avec les résultats de M. Berzelius, je n'avais pas poussé plus loin cette recherche. La méthode indiquée par M. Pelouze me faisant espérer de lever les doutes qui peuvent rester dans l'esprit des chimistes sur la nécessité de modifier l'équivalent du chrome, j'ai dû chercher avec empressement à l'appliquer à l'analyse du sesquichlorure.

» J'ai donc essayé de doser le chlore que renferme ce composé, au moyen d'une dissolution d'azotate d'argent titré; le sesquichlorure avait été préalablement dissous dans l'eau froide à l'aide d'une très-petite quantité de protochlorure de chrome.

» Voici le résultat de cette analyse :

» $0^{gr},700$ de sesquichlorure ont exigé $70^{c.c.},5$ d'une dissolution d'azotate d'argent titré; cette dissolution contenait $1^{gr},3516$ d'argent dissous dans 100 centimètres cubes de liqueur.

» Ce volume représente 44,4 de chlore dans 100 de chlorure de chrome.

» Or, la formule $Cl^3 Cr^2$ exige 65,3 de chlore, calculée avec l'équivalent du chrome 351,8 de M. Berzelius, et 67,0 avec l'équivalent 328 que j'ai proposé.

» Ces nombres s'éloignent tellement du résultat que j'ai obtenu, que je n'ai pas hésité à considérer cette analyse comme entachée d'une grossière erreur. J'ai fait une seconde analyse :

» $0^{gr},884$ de chlorure violet, dissous par la présence de $0^{gr},045$ de protochlorure, ont exigé, pour la précipitation du chlore, 100 centimètres cubes de la dissolution titrée représentant $0^{gr},442$ de chlore.

» En déduisant les $0^{gr},0258$ de chlore qui appartiennent au protochlorure de chrome (lequel renferme 57,4 de chlore), il reste $0^{gr},3897$; soit 46,1 pour 100.

» Une troisième analyse, exécutée sur $0^{gr},500$ de chlorure violet, a donné 44,0 de chlore pour 100 de sesquichlorure de chrome.

» Ainsi, ces analyses conduisent à une composition tout à fait différente de celle qui est admise par tous les chimistes. En présence de ce résultat, et plein de confiance dans la méthode d'analyse que j'avais suivie, j'étais d'autant plus disposé à confesser immédiatement la faute que j'avais commise en attribuant au sesquichlorure de chrome une composition inexacte, qu'ayant analysé par cette même méthode de beaux cristaux de chlorure vert hydraté obtenus, soit en faisant cristalliser lentement la dissolution aqueuse du chlorure violet opérée par l'influence du protochlorure, soit en décomposant le

chromate de plomb par l'acide chlorhydrique et l'alcool, j'étais arrivé à des nombres qui s'écartaient aussi beaucoup de ceux que j'ai publiés précédemment.

» En effet, ce composé, dont j'ai exprimé la composition par la formule

$$Cl^3Cr^2\ 12HO,$$

en admettant qu'il contient 39,8 de chlore, m'a donné les résultats suivants :

» $0^{gr},500$ de chlorure vert ont fourni $0^{gr},550$ de chlorure d'argent, soit 27,3 de chlore pour 100.

» Néanmoins, avant de prendre le parti de revenir sur la composition de ces corps, j'ai dû répéter mes analyses en employant les procédés dont je m'étais servi précédemment pour vérifier la composition du chlorure violet et pour établir celle du chlorure vert cristallisé : 2 grammes de sesquichlorure violet ont été chauffés avec 10 grammes de nitre pur et 10 grammes de carbonate de soude cristallisé également pur; le résidu a été dissous dans l'eau chaude rendue fortement acide par l'acide azotique. Cette dissolution a exigé, pour la précipitation du chlore, 289 centimètres cubes d'azotate d'argent titré.

» Le chlorure violet a fourni, par conséquent, par cette méthode, 65,3 pour 100 de chlore.

» On a recueilli le chlorure d'argent, après avoir mis dans la liqueur un excès d'azotate d'argent; il pesait $5^{gr},280$, soit 65,6 de chlore pour 100 de chlorure de chrome.

» L'échantillon de sesquichlorure de chrome, qui a fourni ces nombres, est celui-là même qui avait donné par l'autre méthode 44,4 de chlore.

» J'avais obtenu, avant la publication de mes recherches sur le chrome, 65,4 et 65,1 de chlore en analysant ce même chlorure par le nitre et le carbonate de soude. Ces résultats s'accordent, ainsi que je l'ai dit précédemment, avec ceux de M. Berzelius. Ils viendraient même à l'appui de l'équivalent déterminé par cet illustre chimiste, si l'on pouvait regarder comme exacte, à plus de 2 pour 100 près, l'analyse d'un chlorure *volatil* exécutée en le *chauffant* dans le but d'opérer sa décomposition et l'oxydation du métal qu'il contient.

» L'analyse du chlorure vert cristallisé, faite en opérant la précipitation du chlorure d'argent *sous l'influence d'une ébullition prolongée de la liqueur*, a donné les résultats suivants :

» $1^{gr},000$ ont fourni $1^{gr},570$ de chlorure d'argent fondu; soit 38,7 de chlore pour 100.

» Cette analyse vient confirmer, par conséquent, celles qui sont déjà relatées dans mon Mémoire sur le chrome.

» Il résulte donc de ces expériences que, par une exception singulière, le sesquichlorure de chrome anhydre ou hydraté ne laisse pas précipiter la totalité de son chlore quand on traite *sa dissolution froide* par une dissolution d'azotate d'argent employée en excès. Il est très-vraisemblable que ce corps, en présence de l'eau, donne naissance à un chlorhydrate d'oxychlorure, dont la composition à l'état cristallisé est représentée par la formule

$$2ClH, \quad Cr^2ClO^2, \quad 10HO.$$

En admettant que l'azotate d'argent précipite seulement le chlore de l'acide chlorhydrique, le chlorure violet, devenu soluble, devrait fournir 44,5 de chlore pour 100, et le chlorure vert cristallisé, 26,5.

» J'ai trouvé pour le premier 44,4, 46,1 et 44,0; et pour le second, 27,3.

» J'ajouterai que le nouveau et remarquable composé Cr^2ClO^2, *qui correspond au sesquioxyde de chrome* Cr^2O^3 *et à l'oxychlorure* Cr^2Cl^2O (on sait que j'ai obtenu ce dernier corps en exposant à l'air le protochlorure de chrome), présente une telle instabilité, qu'il se décompose par l'ébullition de la liqueur qui le contient; en abandonnant même pendant quelques jours une dissolution verte et limpide dont on a d'abord précipité l'acide chlorhydrique par un excès d'azotate d'argent, cette dissolution se trouble par suite de la décomposition incessante du composé Cr^2ClO^2.

» Je me propose d'étudier avec soin les propriétés de ce nouveau corps, qui appartient à une série de composés dont la chimie inorganique n'a fourni jusqu'à présent que de rares exemples, et dont la production jettera sans doute quelque lumière sur la théorie relative à l'action de l'eau sur les chlorures métalliques. »

CHIMIE. — *Note sur les chlorures de chrome; par* M. **Henri Loewel.**

« M. Œrstedt a fait connaître un procédé pour obtenir le sesquichlorure de chrome anhydre Cr^2Cl^3, correspondant au sesquioxyde Cr^2O^3; ce procédé consiste à faire passer un courant de chlore sec sur un mélange de sesquioxyde vert et de charbon, renfermé et chauffé au rouge dans un tube de porcelaine. Le sesquichlorure ainsi obtenu a une couleur violette, et il est tout à fait insoluble dans l'eau.

» Les auteurs des meilleurs Traités de chimie disent que la liqueur verte que l'on obtient en dissolvant de l'hydrate de sesquioxyde de chrome dans

une quantité convenable d'acide chlorhydrique, contient le même sesquichlorure en dissolution. Ils admettent donc qu'au moment où la combinaison s'effectue, l'oxygène du sesquioxyde s'unit à l'hydrogène de l'acide pour former de l'eau, et que le chlore s'unit au chrome pour constituer le sesquichlorure métallique qui se dissout.

» Je m'occupe depuis longtemps d'un travail sur le chrome. Ce travail est encore trop incomplet pour pouvoir être publié dans son ensemble, mais il va en paraître un extrait dans le *Journal de Pharmacie*, sous le titre d'*Observations sur le sesquioxyde de chrome et ses modifications isomères*. D'après les résultats d'une série d'expériences que je rapporte dans cet extrait, je crois pouvoir conclure :

» 1°. Que le sesquioxyde de chrome, combiné avec les acides sulfurique, azotique ou chlorhydrique, forme des sels appelés *neutres*, parce que 1 équivalent de sesquioxyde s'y trouve combiné à 3 équivalents d'acide, et que, dans les dissolutions de ces sels, le sesquioxyde de chrome peut exister sous trois modifications isomères différentes, donnant à la dissolution saline une couleur verte, ou bleue violette, ou rouge carmin;

» 2°. Qu'outre ces trois modifications, le sesquioxyde de chrome possède la propriété d'en éprouver une autre, qui change sa capacité de saturation; modification analogue à celles que présente l'acide phosphorique : sous cette nouvelle modification il forme des sels dont les dissolutions sont généralement vertes, et dans lesquels 1 équivalent de sesquioxyde de chrome est combiné seulement à 2 équivalents de l'un des trois acides nommés plus haut;

» 3°. Qu'en combinant 1 équivalent d'hydrate de sesquioxyde de chrome avec 3 équivalents d'acide chlorhydrique, la dissolution verte que l'on obtient ne contient pas un chlorure métallique, mais un chlorhydrate de sesquioxyde à 3 équivalents d'acide $Cr^2O^3, 3ClH$, correspondant au sulfate neutre $Cr^2O^3, 3SO^3$, et à l'azotate neutre $Cr^2O^3, 3AzO^5$;

» 4°. Qu'en évaporant cette dissolution verte de chlorhydrate de chrome, et en maintenant le résidu, avec certaines précautions, à une chaleur d'environ 150 degrés centigrades, nécessaire pour opérer son entière dessiccation, le chlorhydrate neutre perd 1 équivalent de son acide, qui se volatilise : la poudre légère grise-rosée qu'on obtient ainsi (et qui est entièrement soluble dans l'eau, en donnant une dissolution verte) n'est pas un chlorure de chrome, mais bien un chlorhydrate de sesquioxyde, dans lequel 1 équivalent de sesquioxyde est combiné seulement à 2 équivalents d'acide chlorhydrique Cr^2O^3, $2ClH$, correspondant au sulfate basique soluble $Cr^2O^3, 2SO^3$, et à l'azotate basique $Cr^2O^3, 2AzO^5$;

» 5°. Que ce chlorhydrate sec, en poudre légère grise-rosée, lorsqu'on le chauffe en vase clos à une chaleur d'environ 300 degrés, ou un peu inférieure au rouge naissant, se convertit en sesquichlorure violet insoluble Cr^2Cl^3, mais seulement en partie; l'autre partie du sel se décompose en sesquioxyde de chrome vert et en acide chlorhydrique qui se dégage;

» 6°. Ce qui prouve surtout que cette poudre grise-rosée n'est pas un chlorure métallique, c'est que, si au lieu de la chauffer jusqu'au rouge, on ne la soumet, en vases clos, qu'à une chaleur bien ménagée et un peu inférieure à celle qui est nécessaire pour la convertir partiellement en sesquichlorure violet insoluble Cr^2Cl^3, elle se décompose presque totalement en sesquioxyde vert et en gaz acide chlorhydrique; il ne se forme qu'une très-petite quantité de sesquichlorure (1).

» M. Peligot, dans ses intéressantes recherches sur le chrome (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XII, p. 528), a trouvé que, lorsqu'on fait passer dans un tube de verre chauffé au rouge naissant un courant de gaz hydrogène bien pur et sec sur le sesquichlorure de chrome violet insoluble Cr^2Cl^3, on le transforme en protochlorure CrCl, qui est blanc, et qui se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur, en donnant une dissolution bleue.

» Si ce protochlorure ne peut exister en dissolution dans l'eau qu'à l'état de chlorhydrate, ainsi que cela a lieu pour le sesquichlorure, il doit, en se dissolvant, se combiner aux éléments de 1 équivalent d'eau, dont l'oxygène

---

(1) M. Chevreul a émis il y a longtemps, sur la nature de ce sel, une opinion conforme à celle que je me suis formée, d'après les résultats de mes expériences. En effet, on lit dans le *Dictionnaire des Sciences naturelles*, t. XXII, à l'article HYDROCHLORATE DE CHROME, dont je n'ai eu connaissance que depuis peu de jours : « L'oxyde de chrome, préparé par la voie » humide, se dissout très-bien dans l'acide chlorhydrique; il le colore en vert. Cette couleur, » qui est celle des sels à base d'oxyde de chrome, nous paraît démontrer l'existence de » l'hydrochlorate de chrome. Lorsqu'on fait évaporer la dissolution de ce sel, on obtient un » résidu lilas qui, étant exposé à une chaleur rouge, se réduit en oxyde vert et en gaz » chlorhydrique. Ce résultat prouve que le résidu lilas est ou un chlorure hydraté, ou bien » de l'hydrochlorate anhydre. Au mot CHLORURE, nous avons dit qu'il nous paraissait être » un chlorure hydraté, parce que sa couleur est toute différente de celle de l'hydrochlorate. » Cependant nous avouerons ici que cela n'est pas une preuve, puisque le sulfate de cuivre » anhydre est incolore, tandis que le sulfate hydraté est bleu. Or, dans ces deux sels, la base » est certainement la même, lors même qu'on admettrait que dans le sulfate bleu la base est » à l'état d'hydrate. »

se porte sur le métal et l'hydrogène sur le chlore, et se transformer en un chlorhydrate de protoyxde de chrome dont la formule serait CrO, ClH.

» La dissolution bleue du protochlorure de chrome absorbe très-rapidement l'oxygène atmosphérique et devient verte. M. Peligot a trouvé qu'un double équivalent de ce chlorure dissous absorbe 1 équivalent d'oxygène et se transforme en un composé qu'il représente par la formule Cr^2Cl^2O.

» Si l'on admet que le protochlorure se transforme en chlorhydrate d'oxyde par sa dissolution dans l'eau, et si l'on ajoute à un double équivalent de ce sel l'équivalent d'oxygène que sa dissolution bleue absorbe en devenant verte, on a

$$2CrCl + 2HO + O = Cr^2O^3, 2ClH,$$

c'est-à-dire que le sel produit dans la dissolution bleue qui est devenue verte par cette absorption d'oxygène, est un chlorhydrate de sesquioxyde de chrome à 2 équivalents d'acide; sel dont j'ai constaté l'existence dans mon travail sur le chrome.

» M. Peligot a trouvé que la dissolution bleue du protochlorure de chrome possède une propriété extrêmement remarquable, savoir, celle de rendre soluble dans l'eau le sesquichlorure violet Cr^2Cl^3, qui, par lui-même, y est tout à fait insoluble, et qui est même inattaquable par les acides les plus puissants. La dissolution de ce sesquichlorure obtenue par ce moyen est verte. Comme une très-petite quantité de protochlorure suffit pour rendre soluble une quantité très-grande de sesquichlorure, cet habile chimiste pense « qu'il s'agit là évidemment, non pas d'un simple phénomène chimique, » mais d'un de ces phénomènes de contact que détermine, en dehors des » lois de l'affinité, la présence de certains corps, phénomènes plus ou moins » analogues à ceux que présente l'histoire si instructive de l'eau oxygénée; » avec cette différence, toutefois, que le résultat de l'action de ce dernier » corps est presque toujours une décomposition, tandis qu'il s'agit ici d'un » changement moléculaire, qui détermine ou qui accompagne la combi- » naison de l'eau avec le sesquichlorure de chrome, etc. »

» Voyons cependant s'il ne serait pas possible d'expliquer d'une autre manière le curieux phénomène observé par M. Peligot, et de l'attribuer à une réaction purement chimique?

» Nous avons vu que la dissolution bleue du protochlorure absorbe rapidement l'oxygène, devient verte, et se change, d'après M. Peligot, en Cr^2Cl^2O; et, selon moi, très-probablement, ainsi que je l'ai dit plus

haut, en chlorhydrate de sesquioxyde de chrome à 2 équivalents d'acide Cr^2O^3, 2ClH.

» La même dissolution bleue du protochlorure verdit immédiatement au contact du chlore qu'elle absorbe; elle fait naître un précipité de calomel dans une dissolution de sublimé corrosif : elle a donc aussi une très-grande tendance à se combiner au chlore. En admettant qu'un double équivalent de ce protochlorure 2CrCl absorbe 1 équivalent de chlore (de même qu'il absorbe 1 équivalent d'oxygène), il se trouvera transformé en sesquichlorure Cr^2Cl^3; mais ce sesquichlorure, ne pouvant exister en dissolution qu'à l'état de chlorhydrate, s'assimile, au moment de sa formation, 3 équivalents d'eau, dont l'oxygène se porte sur le métal, et l'hydrogène sur le chlore, pour former un chlorhydrate de sesquioxyde de chrome à 3 équivalents d'acide, ainsi que cela résulte de l'équation suivante:

$$2CrCl + Cl + 3HO = Cr^2O^3,\ 3ClH.$$

D'après ce que je viens d'exposer, la dissolution du protochlorure possède surtout une grande tendance à former un composé plus stable; à cet effet, 2 équivalents de protochlorure se réunissent soit, 1° pour absorber 1 équivalent d'oxygène, décomposer en même temps 2 équivalents d'eau, et donner naissance à 1 équivalent de sesquioxyde de chrome et à 2 équivalents d'acide chlorhydrique, qui se combinent et forment la combinaison saline très-stable Cr^2O^3, 2ClH; 2° pour absorber 1 équivalent de chlore, décomposer en même temps 3 équivalents d'eau, et donner ainsi naissance à 1 équivalent de sesquichlorure de chrome et à 3 équivalents d'acide chlorhydrique, qui se combinent et forment le sel très-stable Cr^2O^3, 3ClH.

» D'après mes expériences, le sesquichlorure de chrome ne peut pas exister en dissolution dans l'eau à l'état de chlorure métallique, il y est toujours à l'état de chlorhydrate de sesquioxyde, et je crois qu'il en est de même du sesquichlorure d'aluminium, du sesquichlorure de fer, et peut-être de tous les autres sesquichlorures métalliques; mais je n'ai pas les mêmes raisons pour admettre que le protochlorure de chrome décompose immédiatement l'eau en s'y dissolvant, pour se transformer en chlorhydrate de protoxyde. Il est très-possible que ce protochlorure reste dans sa solution aqueuse à l'état de chlorure métallique, et que ce n'est que lorsqu'un double équivalent de ce corps trouve à se combiner, soit avec 1 équivalent d'oxygène, soit avec 1 équivalent de chlore, qu'il s'assimile, dans le premier cas, les éléments de 2 équivalents d'eau; dans le second cas, les éléments de 3 équiva-

lents d'eau, dont il a besoin pour se transformer en chlorhydrate de sesquioxyde, à 2 ou à 3 équivalents d'acide.

» M. Peligot, au contraire, regarde la liqueur verte qu'on obtient par la réaction du protochlorure sur le sesquichlorure de chrome, et toutes les liqueurs contenant ce dernier sel, comme de simples dissolutions de ce sesquichlorure, resté à l'état de chlorure métallique. Comme il n'est pas à supposer qu'une réaction chimique puisse avoir lieu entre le protochlorure et le sesquichlorure d'un même métal, lorsque cette réaction n'aurait pour résultat que le transport de 1 équivalent de chlore de l'un à l'autre, M. Peligot n'a pu donner une explication du fait curieux qu'il avait observé, qu'en l'attribuant à un de ces phénomènes de contact qui sont encore inexplicables dans l'état actuel de la science.

» Le sesquichlorure de chrome est tout à fait insoluble dans l'eau, ses éléments forment, en apparence, une combinaison d'un équilibre très-stable, mais cette stabilité n'est qu'apparente et paraît provenir uniquement de sa forte cohésion; car, si par une cause quelconque, cette cohésion était détruite, ses éléments, en présence de l'eau, la décomposeraient immédiatement et se grouperaient autrement pour former une nouvelle combinaison. Or, si l'on considère que la dissolution du protochlorure de chrome a une grande tendance à se combiner au chlore, non pas pour donner naissance à un sesquichlorure, mais à un sel d'une composition toute différente, ne pourrait-on pas admettre que, dans la curieuse réaction du protochlorure sur le sesquichlorure de chrome, les affinités complexes qui agissent tendent à dissocier les éléments du sesquichlorure insoluble, et à effectuer le transport de 1 équivalent de chlore de l'un des groupes moléculaires à l'autre? Voici ce qui, selon ma manière de voir, se passerait dans cette réaction :

» Un double équivalent de protochlorure $2\,CrCl$, en réagissant sur 1 équivalent de sesquichlorure insoluble Cr^2Cl^3, le désagrége en lui enlevant 1 équivalent de chlore Cl, et décomposant en même temps 3 équivalents d'eau $3\,HO$, pour s'en assimiler les éléments et se transformer en 1 équivalent de chlorhydrate de sesquioxyde de chrome à 3 équivalents d'acide $Cr^2O^3, 3\,ClH$. L'équivalent de sesquichlorure insoluble Cr^2Cl^3, dont les éléments ont été dissociés par la perte de 1 équivalent de chlore, se trouve changé en un double équivalent de protochlorure Cr^2Cl^2, ou $2\,CrCl$, qui se dissout et réagit immédiatement à son tour, de la même manière, sur un autre équivalent de sesquichlorure insoluble; et ainsi de suite.

» On conçoit que, sous l'influence de l'eau qui intervient activement par

ses éléments dans la réaction, un seul double équivalent de protochlorure soit suffisant pour transformer ainsi une quantité quelconque d'équivalents de sesquichlorure violet insoluble en chlorhydrate de sesquioxyde de chrome à 3 équivalents d'acide, et qu'après que cette transformation s'est effectuée, l'eau contient en dissolution ce dernier sel, et de plus encore, un double équivalent de protochlorure, comme avant la réaction.

» Pour que cette réaction ait lieu, il faut éviter avec soin le contact de l'oxygène (ainsi que le recommande M. Peligot); car la dissolution bleue du protochlorure l'absorberait, et se changerait en chlorhydrate vert de sesquioxyde de chrome à 2 équivalents d'acide, qui n'a aucune action sur le sesquichlorure violet insoluble.

» En résumé, voici comment j'interprète la réaction si curieuse observée par M. Peligot :

» Les 2 équivalents de chrome du protochlorure s'unissent pour former, avec les 3 équivalents d'oxygène provenant de la décomposition de l'eau, 1 équivalent de sesquioxyde de chrome. Les 3 équivalents d'hydrogène de l'eau décomposée se combinent aux 2 équivalents de chlore du protochlorure et à l'équivalent de chlore que perd le sesquichlorure, pour former 3 équivalents d'acide chlorhydrique; ce dernier, combiné au sesquioxyde de chrome, forme le chlorhydrate $Cr^2O^3, 3ClH$. Par la dislocation des éléments du sesquichlorure, les 2 équivalents de chrome se séparent et s'unissent chacun à l'un des 2 équivalents de chlore restants, pour former 2 équivalents de protochlorure qui se dissout.

» Il semblerait que c'est, en définitive, 1 équivalent d'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau, décomposition provoquée par les affinités complexes qui agissent, il semblerait, dis-je, que c'est 1 équivalent d'hydrogène qui rompt l'équilibre des éléments du sesquichlorure, en lui enlevant 1 équivalent de chlore. Ainsi, on pourrait conclure de là que dans cette réaction, l'*hydrogène à l'état naissant* exerce sur le sesquichlorure, à la température ordinaire, une action analogue à celle que le gaz hydrogène exerce sur le même corps à une température voisine du rouge naissant. »

CHIMIE. — *Réponse de* M. AUGUSTE LAURENT *à la réclamation de* M. Baudrimont, *du* 31 *mars.*

« Je regrette que M. Baudrimont n'ait pas accordé, à une brochure que je lui ai offerte et remise de la main à la main, l'attention que j'ai toujours

apportée à l'étude de ses travaux; il aurait pu y lire (p. 4, 5 et 151 à 158) toute la théorie qu'il croit avoir émise le premier. L'introduction de cette brochure a été envoyée à l'Académie, en 1842, et le tout a été publié en janvier et juillet 1843, dans la *Revue scientifique*. L'ouvrage de M. Baudrimont a paru en 1844.

» Daus tous les Mémoires publiés par M. Baudrimont avant cette époque, on voit constamment qu'il attribue aux sels de protoxyde et de peroxyde des formules analogues à celles-ci : sulfates de ΔO, $SO^4\Delta$; sulfates de Δ^2O^3, $S^3O^{12}\Delta^2$.

» M. Gerhardt a adopté mon idée dans son *Précis de Chimie organique*, mais dégagée de ce qu'elle a de trop théorique. Tous les sels d'un même acide, quelque compliqués qu'ils soient, sont toujours représentés par la même formule simple dont l'acide hydraté est le type invariable.

» Je pense qu'il est inutile que la Commission nommée pour examiner cette contestation s'en occupe. Si M. Baudrimont a de nouvelles réclamations à me faire, je le prie de s'adresser d'abord à moi. Si l'erreur est de mon côté, je m'empresserai d'envoyer une rectification à l'Académie.

» Je demanderai la permission d'ajouter un développement à la Note qui a fait le sujet de cette contestation.

» Les atomes des chimistes sont-ils ou non divisibles? Les sels de peroxyde et de protoxyde de fer doivent-ils leurs propriétés à la présence de l'oxyde OF et O^3F^2 qu'ils renferment, ou au poids et à l'arrangement des éléments qui constituent F dans un cas et $F^{\frac{2}{3}}$ dans l'autre? En un mot, le sulfate de protoxyde de fer est-il SO^4F, celui de peroxyde $S^3O^{12}F^2$, ou bien SO^4F et $SO^4F^{\frac{2}{3}}$?

» Voici de quelle manière j'espérais résoudre cette question par l'expérience. M. Poumarède a fait connaître une série de sels dont la formule générale est $\frac{3SO^3 + O^3F^2}{6} + (SO^3 + OF) + 10Aq$. Je prétends qu'un pareille combinaison ne peut pas exister, ou bien qu'elle renferme $10\frac{1}{2}$ atomes d'eau; c'est-à-dire que la formule n'est pas $(3SO^3 + O^3F^2) + 6(SO^3 + OF) + 60Aq$, mais $63Aq$. Si nous représentons l'équivalent du fer qui est dans les sels de peroxyde par f, ma formule divisée par 9 deviendra $SO^4 \frac{F^{\frac{2}{3}}}{f^{\frac{1}{3}}} + 7Aq$, semblable à celle de la plupart des sulfates. J'ai essayé, à trois reprises différentes, de préparer les sels de M. Poumarède sans pouvoir réussir. Je voulais principalement voir si ces sels seraient isomorphes

avec un sulfate simple à 7 atomes d'eau. Dans le cas où il y aurait eu isomorphisme, on aurait pu en conclure avec certitude, il me semble, que les atomes du fer sont divisibles. »

MÉDECINE. — *Sur les phénomènes physiologiques qu'on observe en s'élevant à une certaine hauteur dans les Alpes; par* M. A. Le Pileur. (Extrait par l'auteur.)

« Lorsque dans les montagnes on s'élève en quelques heures au delà d'un certain niveau, on voit se produire, dans l'économie, une série de phénomènes dont l'ensemble a été appelé *mal de montagnes* par Acosta, dans son *Historia natural de las Indias*.

» De Saussure, et après lui beaucoup de voyageurs, dans les Alpes; MM. de Humboldt, Boussingault, Roulin, d'Orbigny, dans les cordilières de l'Amérique du Sud; Moorcroft, Fraser, V. Jacquemont, dans l'Himalaya; enfin, MM. Biot et Gay-Lussac, dans leurs ascensions aérostatiques, ont observé ces phénomènes à des hauteurs différentes.

» C'est à l'idiosyncrasie, et à plusieurs circonstances déterminantes, que tiennent l'apparition plus ou moins rapide et le degré d'intensité de ce malaise, chez les hommes qui gravissent les hautes montagnes.

» Les phénomènes qui ont été observés le plus généralement par les voyageurs, sont : l'accélération du pouls, l'anhélation, une fatigue des membres inférieurs se dissipant rapidement lorsque l'on cesse de monter, la nécessité de faire des haltes fréquentes à intervalles égaux et plus ou moins rapprochés, suivant la hauteur où l'on est parvenu, et, suivant les individus, la diminution notable ou même l'abolition de l'appétit, le mal de cœur, les nausées, le vomissement, en un mot un état analogue au mal de mer.

» La Condamine et M. de Humboldt ont vu le saignement des gencives se manifester chez eux et chez leurs compagnons de voyage. Un seul voyageur, M. d'Orbigny, rapporte avoir éprouvé une épistaxis qui, bien que spontanée et résultant évidemment d'une congestion sanguine vers la tête, n'eut lieu cependant que dans la soirée d'un jour où il s'était élevé assez haut, et lorsque déjà il était redescendu de quelques centaines de mètres.

» Voici quels sont, en résumé, les effets physiologiques observés par l'auteur du Mémoire sur lui-même, sur ses compagnons de voyage et sur leurs guides dans le voyage au Mont-Blanc qu'il a fait en août 1844, avec MM. Bravais et Martins.

» Les faits relatifs à une ou plusieurs personnes en particulier sont désignés par les initiales entre parenthèses.

» A 3046 mètres. — 30 juillet 1844. Pendant la première heure après l'arrivée, fatigue, vertige lorsque dans la station on lève la tête (L.), appétit presque nul, dégoût pour la viande (Ms. et L.). Le lendemain matin, état normal, sauf l'appétit encore peu développé. État normal aux deux autres voyages.

» A 3200 mètres. — 28 août. Un porteur de bagage est pris de nausées; il perd ses forces et est obligé de redescendre.

» A 3700 mètres. — 31 juillet. En marchant contre le vent, étouffement avec sensation nauséeuse (L.).

» A 3800 mètres. — Sommeil en marchant, soif intense (B.).

» A 3911 mètres. — Besoin impérieux de sommeil après s'être installés sous la tente. Dans la soirée et dans la nuit, frissons violents et courts (Ms.), périodiques (L.), appétit nul, besoin fréquent d'aller à la selle sans diarrhée ni coliques (Ms.). — 8 août. Coliques, diarrhée chez un des porteurs; hématurie légère au retour à Chamonix (Ms.). — 28 août. Fatigue, accablement, somnolence, nausées chez deux porteurs au moment de l'arrivée et pendant les trois ou quatre heures suivantes. Défaillance et syncope imminente chez un troisième qui se remet promptement. Sensation nauséeuse d'une à deux secondes de durée, lorsqu'on apporte une grande attention à l'observation des instruments (Ms. L.).

» A 4400 mètres. — 29 août. Anhélation, battement dans les carotides (Ms.) au bout de dix à douze pas, fatigue douloureuse dans le muscle droit antérieur de la cuisse (Ms. B.), dans la jambe et le genou (L.), impossibilité de faire plus de cent pas de suite, et les vingt derniers très-pénibles (Ms. B. L. et plusieurs porteurs).

» A 4 500 mètres. — Malaise général, épuisement, soif; quelques battements dans les carotides (L.). Anhélation plus grande, battements continuels dans les carotides, palpitations (Ms.).

» A 4 660 mètres. — Le malaise augmente et tout le monde en est plus ou moins atteint.

» A 4 790 mètres. — Même effet produit par le vent qu'à 3700 mètres (L.). Impossibilité de faire, en montant doucement, plus de quarante pas de suite (B. et L.); en montant vite, et dans le sens de la plus grande pente, plus de trente-deux (B.). Le malaise cesse entièrement après deux ou trois secondes de halte et une ou deux inspirations profondes. Jusqu'à la cime le

malaise augmente (Ms.). Il cesse presque complétement dans les 20 derniers mètres de montée (L.).

» A 4811 mètres. — Santé parfaite; aucun malaise; très-peu ou point d'appétit sans dégoût (B. et L.). État analogue au mal de mer pendant la première heure de l'arrivée; nausées, vomissements, malaise arrivant au plus haut point dans la station, moindre dans le décubitus; mieux pendant la seconde heure de séjour, état presque normal pendant les trois dernières (Ms.).

» A 4100 mètres. — Palpitations violentes amenant la suffocation; nécessité de s'arrêter quelques minutes (Ms.).

» A 4000 mètres. — Lassitude des jambes, un peu de malaise (B. L., et un des guides).

» A 4911 mètres. — Dans la nuit, sciatique violente pendant quatre heures (L.). Le lendemain l'appétit reparaît dans la journée; il a été peu développé chez tous sans exception, pendant le séjour à 4911 mètres et au-dessus.

» Rareté et couleur rouge des urines, constipation pendant tout le temps du séjour sur les glaciers, sauf chez M. Martins.

» Disparition rapide de coryzas et de bronchites au début (Ms. B. L.).

» Le rapport d'accélération du pouls entre Paris et la cime du Mont-Blanc (4811 mètres) est en moyenne 0,75 (*); entre Chamonix et la cime, ce rapport est 0,68. Des observations faites, il résulte que l'accélération du pouls, à mesure qu'on s'élève, n'a pas lieu en proportion de la diminution de pression atmosphérique. Ce résultat s'accorde avec les observations publiées en 1826 par M. le docteur Roulin.

» Le mouvement musculaire paraît être la condition essentielle du développement, à un certain degré, de quelques-uns des phénomènes dont on vient de parler. En effet, lorsqu'on gravit les montagnes à cheval ou qu'on s'élève en ballon (MM. Biot et Gay-Lussac), on n'observe qu'un peu d'anhélation et l'accélération du pouls, même à la hauteur de 6997 mètres (M. Gay-Lussac), c'est-à-dire beaucoup plus haut qu'on ne s'est jamais élevé sur les montagnes.

» D'autre part, l'anorexie, le mal de cœur, et les autres symptômes analogues à ceux du mal de mer, tiennent surtout à la raréfaction de l'air et à la dilatation des gaz intestinaux sous une moindre pression.

(*) Le nombre à la cime étant pris pour unité.

» On a dit que le mal de montagnes ne se manifeste, en général, qu'à la limite des neiges perpétuelles, quelle qu'en soit la hauteur absolue. Cette règle n'est applicable qu'aux régions situées en deçà du 55e ou du 60e degré de latitude, et souffre de nombreuses exceptions. On peut cependant l'admettre, car elle ressort de la plupart des relations de voyage dans les Andes, l'Himalaya et les Alpes. Le fait qu'elle consacre nous semble s'expliquer facilement quand on réfléchit que, parallèlement à la limite des neiges perpétuelles, on trouve, dans tous les pays de montagnes, la limite de la grande végétation, et par conséquent du séjour de l'homme. Il faut quelque temps pour arriver des pays les moins élevés à cette dernière ligne où l'on demeure toujours un peu avant d'en partir pour s'élever dans le désert de la montagne. On a donc ainsi le temps de s'habituer graduellement à l'air plus ou moins raréfié qu'on respire à la limite du séjour de l'homme; mais lorsque, partant de ce dernier point, on parcourt en quelques heures une distance de 1 200 ou 1 500 mètres en hauteur, la transition est brusque, et l'on arrive à un point où la raréfaction est comparativement trop grande, pour que les effets n'en soient pas sensibles.

» En résumé, parmi les phénomènes divers qui peuvent se produire lorsqu'on s'élève sur les montagnes, et notamment dans les Alpes, les uns nous paraissent tenir en propre à l'élévation, ce sont : l'accélération du pouls, la perte d'appétit, et, dans quelques cas, la somnolence; les autres résultent de la complication de l'élévation et du mouvement, ce sont : la fatigue particulière de certains muscles des jambes, la gêne dans la respiration, les battements dans les carotides, etc. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur les exponentielles successives d'Euler et sur les logarithmes des différents ordres d'un nombre quelconque;* par M. **Grillet.**

M. **Coquillar** adresse une Note sur des *concrétions calcaires qu'offre, en plusieurs points, le fond du lit de la Seine dans la portion de son cours qui traverse Paris.*

L'auteur, remarquant que l'eau de la Seine ne contient en dissolution que des quantités minimes de carbonate de chaux, suppose que les concrétions très-volumineuses qu'il indique dans sa Note sont dues aux eaux d'Arcueil, qui, après avoir servi aux usages domestiques sur la rive gauche de la Seine, viennent se mêler aux eaux du fleuve. Il fait remarquer, à l'appui de cette opinion, qu'aucun des dépôts dont il s'agit ne se trouve en amont

du point où se versent les eaux d'Arcueil, et qu'elles cessent au Gros-Caillou, au-dessous du point où un rétrécissement du lit a amené un mélange plus intime des eaux des différentes sources.

M. Raciborski demande qu'un ouvrage qu'il avait présenté, en 1843, pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, et qui avait été écarté par la Commission comme ne rentrant pas dans les conditions du programme, soit admis à concourir pour le prix de Physiologie expérimentale. « Cet ouvrage qui a pour titre : *De la puberté et de l'âge critique chez la femme*, renferme, dit l'auteur, plusieurs faits nouveaux relatifs à la physiologie des ovaires. »

(La Lettre de M. Raciborski est renvoyée à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

M. Berger demande également l'admission au concours pour le prix de Physiologie expérimentale, d'un ouvrage qu'il avait précédemment présenté au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie, et qui paraît de même avoir été considéré par la Commission comme s'adressant mieux à un autre concours. Ce travail est relatif à une *analyse microscopique du cérumen*.

(Renvoi à la Commission de Physiologie expérimentale.)

M. Mayer, de Bonn, dont le travail sur l'*anatomie de l'organe de la voix* a obtenu la première des récompenses décernées par la Commission du grand prix de Physique (concours de 1842), demande l'autorisation de reprendre son manuscrit pour le faire imprimer en Allemagne, dans le cas où l'Académie n'en ordonnerait pas elle-même la publication.

(Cette Lettre est renvoyée à l'examen de la Commission du grand prix de Physique.)

M. Terrier demande à reprendre, pour un temps limité, un Mémoire qu'il avait présenté en 1842, pour un concours, et qui est relatif à une *médication externe de quelques affections de l'œil*.

M. Sporen, auteur d'un Mémoire adressé pour le prix de Vaccine, demande que ce Mémoire, qui n'est pas mentionné dans le Rapport fait à l'Académie sur ce concours, soit renvoyé à l'examen d'une Commission spéciale.

M. Passot insiste de nouveau pour qu'il soit fait un Rapport sur ses communications relatives à la force centrifuge.

Après quelques observations de M. Cauchy, M. le Président déclare qu'il n'y a pas lieu à donner suite à cette demande.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés par MM. Baudelocque, Benoiat et Bopierre.

La séance est levée à 6 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 15; in-4°.

Du Délire aigu observé dans les établissements d'aliénés; par M. le docteur BRIÈRE DE BOISMONT. Paris, 1845; in-4°.

Programme du Cours de Philosophie médicale professé à la Faculté de Strasbourg en 1844-45; *par* M. FORGET; brochure in-8°.

Mémoire sur les lésions des artères fessière et ischiatique, et sur les opérations qui leur conviennent; par M. F. BOUISSON; in-8°.

Annales forestières; avril 1845; in-8°.

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET *et* FLEURY; 24e livraison; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; par M. VIOLLET; mars 1845; in-8°.

Le Mémorial encyclopédique; février 1845; in-8°.

Bulletin des Académies, revue des Sociétés de Médecine françaises et étrangères; avril 1845; in-8°.

Report of... *Rapport de l'association britannique pour l'avancement des Sciences; 9e réunion, tenue à Birmingham en août* 1830. Londres, 1840; 1 vol. in-8°; — 13e *réunion, tenue à Cork (Irlande) en août* 1843. Londres, 1844; 1 vol. in-8°.

Memoirs and... *Mémoires et Procès-verbaux de la Société chimique;* partie XII; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; nos 532 et 533; in-4°.

Einige Mittheilungen... *Quelques résultats des observations microscopiques faites sur l'organe de l'Ouïe de personnes affectées de surdité; par* M. PAPPENHEIM; 1 feuille in-12.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 16; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 44 à 46.

L'Écho du Monde savant; n° 27 et 28; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AVRIL 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Remarques sur la Lettre de* M. Martius; *par* M. CH. GAUDICHAUD.

« J'ai lu, dans les *Comptes rendus* de l'avant-dernière séance de l'Académie (1) (7 avril), une Lettre de M. Martius, dans laquelle notre savant confrère donne le résumé de ses recherches anatomiques sur le *Chamædorea elatior*, de la famille des Palmiers.

» L'Académie regrettera peut-être avec moi que notre honorable confrère se soit borné à nous donner un simple extrait de son important travail, et, pour ainsi dire, son opinion personnelle sur un sujet du plus haut intérêt, et qui exigerait peut-être, avant tout, des preuves matérielles.

» Sa Lettre, d'ailleurs, n'a pas seulement le grave inconvénient d'être trop concise; elle est aussi, sur certains points, réellement trop incomplète. J'avouerai même franchement que je crains de n'en avoir pas toujours entièrement saisi le sens.

(1) Cette Note est faite depuis quinze jours. Si l'auteur ne l'a pas lue plus tôt, c'est qu'il n'a pu obtenir la parole.

» Mais ce que je comprends bien, et ce dont je me réjouis fort, c'est qu'il a voulu me faire de l'opposition.

» Un tel adversaire, messieurs, n'est pas à dédaigner.

» M. Martius est un savant du premier ordre, qui a publié un très-grand travail de classification sur les Palmiers (1), qui doit avoir à sa disposition de nombreuses plantes vivantes de cette famille, et qui, par ses savantes recherches, peut efficacement nous aider à jeter un très-grand jour sur la question d'organographie qui est actuellement pendante devant l'Académie.

» J'appelle donc de tous mes vœux M. Martius à prendre part à nos débats. Il y sera certainement bien reçu. J'y suis entré franchement, et ce que je sais de son honorable caractère est pour moi le sûr garant que, de son côté, il en fera autant.

» Puisque M. Martius nous a adressé ses premières remarques sur nos travaux, nous lui demandons la permission de lui communiquer nos objections. Nous osons espérer que cet illustre savant les accueillera favorablement.

» Par exemple, M. Martius déclare qu'il peut fort bien s'accommoder de tout ce que M. de Mirbel a émis sur l'agencement des fibres; ce qui ne l'empêche pas de dire, dans sa deuxième proposition (*Comptes rendus de l'Académie*, séance du 7 avril, page 1039, ligne 4) « qu'elles naissent toujours extérieurement par rapport aux autres. »

» Vous savez tous, messieurs, que M. de Mirbel les fait naître de la périphérie interne du phyllophore.

» Dans sa troisième proposition (page 1039, ligne 8), M. Martius soutient « que les fibres s'allongent des deux bouts, c'est-à-dire qu'elles croissent de » bas en haut et de haut en bas (2), à partir d'un point de naissance donné »; alors que M. de Mirbel les fait monter toutes et partout, sans point de naissance déterminé, de la périphérie interne du phyllophore dans le bourgeon, des racines et du collet sur le tronc.

» Ce savant ajoute, dans sa dixième proposition (page 1040, ligne 5): « L'extrémité inférieure (des fibres) ne va pas jusqu'aux racines; elles ne dépassent pas le collet, où il y a la séparation organique du *descensus* et de » *l'ascensus;* » mots impropres s'il en fut jamais, surtout si ce savant admet bien franchement que les fibres du tronc descendent jusqu'au collet.

---

(1) On sait que les anatomies microscopiques qui sont jointes à ce travail appartiennent à M. Hugo Mohl.

(2) Elles descendent donc?

» Ainsi donc, sous ce rapport encore, M. Martius est en opposition directe avec M. de Mirbel qui, lui, fait monter les fibres caulinaires à partir des racines ou du collet (1).

» Dans sa neuvième proposition (page 1039, ligne 33), se trouve encore une forte opposition avec les principes les plus essentiels émis par M. de Mirbel: « La partie la plus ancienne des filets, dit M. Martius, ne se trouve pas à leur » extrémité, ni supérieure, ni inférieure, etc. »

» Ceci, comme tout le reste, demanderait de grandes explications, dont nous devons nous abstenir pour le moment. Contentons-nous de remarquer que si, sur ce point, M. Martius a l'intention de contredire nos idées, il ne se montre pas plus favorable à celles de M. de Mirbel, qui a dit: que les fibres sont plus anciennes, plus grosses et plus solides à leur base qu'à leur sommet; qu'elles sont ligneuses à la base, en quelque sorte à l'état d'aubier au milieu, et herbacées au sommet.

» Dans la sixième proposition, il est vrai (page 1039, ligne 19), et dans la septième (page 1039, ligne 23), M. Martius s'accorde parfaitement avec M. de Mirbel sur la décussation des fibres qui, selon eux, traversent la tige d'un côté à l'autre. C'est donc sur ce point seulement, et sur celui de la ramification des filets dans leur partie supérieure (neuvième proposition, page 1040, ligne 3), que ces deux savants observateurs pourraient être du même avis.

» Si je ne puis encore rien dire du *Chamædorea elatior* dont je ne connais pas l'organisation, je suis du moins en mesure de prouver, par de belles anatomies, que d'autres végétaux monocotylés, dans lesquels on a signalé cette décussation et ces ramifications, n'offrent rien de semblable.

» Enfin, dans la quatrième proposition (page 1039, ligne 11), et plus explicitement encore à la suite de la douzième (page 1040, ligne 24), M. Martius dit positivement n'être pas de l'avis de M. de Mirbel « par rapport au » premier degré du développement de la feuille, vu, dit-il, qu'au commen- » cement elle ne me paraît pas avoir la forme d'un capuchon (M. de Mirbel » a dit cuilleron), mais plutôt celle d'une petite crête (*crista* ou *plica*). » L'Académie se souvient que, sur ce sujet, j'ai aussi combattu les faits avancés par M. de Mirbel.

» Quant à la crête dont parle M. Martius, je serais bien tenté de croire que ce savant anatomiste a vu une feuille déjà très-avancée en organisation, et non la feuille naissante du centre absolu du bourgeon.

---

(1) Le collet n'est qu'un point fictif dans la plupart des Monocotylés.

» Or, nous savons tous que les feuilles qui commencent leur évolution se plient, se laminent, en quelque sorte, par la compression, en sortant des bourgeons.

» Voici maintenant un point de doctrine exprimé dans la onzième proposition (page 1040, ligne 7), sur lequel nous différons, M. Martius et moi, complétement d'avis. « Les tiges, dit-il, deviennent plus ligneuses et plus » dures au moyen de l'accroissement des fibres qui montent et qui font leur » décussation, et également, le parenchyme entre les fibres devient plus » épais et plus dur, etc. »

» Il y a là, selon moi, une triple erreur, puisque, d'abord les fibres ne montent pas; qu'il y a d'autant moins de parenchyme entre elles qu'on approche davantage de la périphérie du corps ligneux, et que les plus anciennes sont au centre, dans les Monocotylés comme dans les Dicotylés.

» Si le durcissement s'opère en raison directe de l'âge de l'arbre, c'est tout simplement que la couche ligneuse acquiert plus d'épaisseur et de densité en ce point; c'est que le tissu cellulaire qui abonde entre les fibres du centre, et qui s'accroît incessamment, manque presque totalement entre celles de la circonférence; enfin, c'est que les fibres de la circonférence, les dernières venues, n'ont pas encore développé leurs vaisseaux; qu'elles sont plus compactes, et conséquemment plus dures. M. Martius sait cela mieux que moi. Si pourtant il me demandait des preuves, je ne serais certes pas embarrassé de lui en fournir, puisque je pourrais même me borner à lui signaler celles que renferment ses ouvrages (1).

» D'ailleurs, il ne serait pas exact de dire que les dernières fibres extérieures du corps ligneux sont les plus dures. En effet, soit qu'on fasse monter ou descendre ces fibres de l'extrême périphérie du corps ligneux, elles sont toujours les plus récentes et les moins lignifiées. C'est du moins ce qui résulte de mes observations sur les Monocotylés que j'ai été à même d'étudier.

» Relativement aux fibres ligneuses de la tige qui, selon notre savant confrère M. Martius, ne communiquent pas aux racines (page 1040, lig. 5), nous sommes prêt à lui montrer de très-nombreux et très-beaux faits du contraire.

» M. de Mirbel que, bien sans le vouloir sans doute, il contredit encore sur ce point, en aura probablement aussi à lui montrer, puisque les fibres que je fais descendre du tronc dans les racines, il les fait monter des racines dans le tronc.

---

(1) *Voyez* Hugo Mohl, *de Palmarum structura in Mart. Palm. Brasil.*

» Théories à part, nous sommes donc, M. de Mirbel et moi, complétement d'accord sur ce point : que, dans les Monocotylés, les fibres ligneuses des tiges sont plus ou moins directement en rapport avec les racines. M. de Mirbel est, de son côté, en mesure de le prouver, au moins pour les dattiers, et probablement pour un grand nombre d'autres végétaux ; moi, pour tous les Monocotylés et Dicotylés dont j'ai fait l'anatomie. D'ailleurs c'est encore, du moins en partie, l'avis de M. Hugo Mohl, et d'un grand nombre d'autres savants anatomistes.

» Les choses se passeraient-elles autrement dans le *Chamædorea elatior?* je ne pense pas que cela soit possible. Dans tous les cas, je ne l'admettrai qu'en présence de preuves irrécusables.

» C'est pourtant après avoir signalé toutes ces oppositions flagrantes avec les faits avancés par MM. Hugo Mohl et de Mirbel, que M. Martius ajoute, page 1040, ligne 17 : « Vous voyez que ces résultats ne se trouvent pas en » contradiction avec les idées émises par MM. de Mirbel et Hugo Mohl. »

» J'en demande bien pardon à notre savant confrère M. Martius; dans tous les faits qu'il signale, à l'exception de celui des filets qui se croisent dans le centre des tiges, et qui se ramifient à leurs sommets, il est complétement en opposition avec les idées de M. de Mirbel, et, sur beaucoup d'autres, avec celles de M. Hugo Mohl.

» D'après ce qui s'est passé devant l'Académie, en 1843 et 1844, entre M. de Mirbel et moi, il reste démontré que M. Martius cherche indirectement à combattre les principes d'organographie que je soutiens; puisque, tout en contredisant ceux de M. Mirbel, il déclare assez bien s'en accommoder. On sait que (pour me servir de l'expression de M. Martius) moi, je ne m'en accommode pas du tout.

» Je ferai tous mes efforts pour avoir un *Chamædorea elatior,* afin de vérifier, constater ou contester les faits avancés par M. Martius.

» Parviendrai-je à m'en procurer un ? c'est bien douteux (1), et d'autant plus, que cette plante est encore plus rare dans les serres que le *Cordyline australis,* dont il m'a été impossible de trouver un sujet convenable ; ce qui ne m'empêchera pas de me bien défendre.

» J'ai cherché à individualiser le phyton, et, par suite de cela, à établir

---

(1) Depuis que cette Note est faite, j'ai trouvé un jeune pied de cette plante. Je la dois à l'obligeance de M. Neumann, le chef des serres du Muséum.

Je vais l'étudier, et je m'empresserai de communiquer à l'Académie le résultat de mes recherches.

des principes d'organographie, que je crois parfaitement vrais; principes qui manquaient totalement à la science.

» M. Martins, si je ne m'abuse, paraît vouloir individualiser les fibres, en les faisant naître isolément, en leur donnant, en quelque sorte, une vie spéciale, et en les faisant croître par leurs deux extrémités. Si telles sont les idées de M. Martius, je les combattrai.

» S'il faisait descendre l'extrémité inférieure de ces fibres jusque dans les racines, nous serions peut-être assez près de nous entendre sur certains points; car, pour cela, nous n'aurions plus que quelques concessions mutuelles à nous faire.

» En effet, la partie des fibres qui, en montant, se relie aux feuilles, ne s'éloignerait pas trop de mon système ascendant; et l'autre partie, qui descend, se rapprocherait peut-être assez de mon système descendant.

» Il faudrait pourtant que celle-ci descendît jusque dans les racines, et non jusqu'au prétendu collet qui, pour moi, n'est qu'un mot sans valeur, à moins toutefois que, comme l'a fait Aubert du Petit-Thouars, on ne l'applique aux embryons, ou, comme le disait cet illustre savant, aux feuilles.

» Tout récemment encore, M. Naudin, à l'insu de tout ce qui avait été fait avant lui sur ce sujet, a aussi démontré cette vérité d'une manière très-convenable.

» Chacun sait que, depuis 1834, j'ai complétement établi ce principe dans toutes mes publications sur la théorie des mérithalles ou phytonienne (*voyez* GAUDICHAUD, *Organographie, Pl. I, fig.* 1 à 6, f.), où j'ai cherché à prouver que chaque phyton a son collet ou *mésocauléorhize*.

» Le nom de collet ne peut donc s'appliquer qu'à la base mérithallienne d'un phyton, par exemple à celle d'un embryon qui commence la tige, puisque, je le réitère, chaque phyton a le sien. Il y a donc, dans un arbre, autant de collets que de phytons ou feuilles. On sait le sens que j'attache à ces noms.

» Conservons, si vous voulez, le nom de collet au point de jonction de la tige avec le sol, et nous serons à peu de chose près dans le vrai; car c'est là, au centre, que se trouve le collet de l'embryon ou premier phyton qui a commencé la tige. Mais gardons-nous bien d'attribuer à cette partie des végétaux développés aucune faculté organisatrice; car alors nous tomberions dans l'erreur la plus exorbitante. L'*ascensus* et le *descensus* ne peuvent donc s'appliquer qu'aux phytons exclusivement. Je l'ai déjà démontré, et je le prouverai prochainement encore, par de nouveaux exemples fournis par les Monocotylés.

» Honorons, messieurs, les savants illustres, nos devanciers et nos contemporains, qui ont puissamment servi cette partie de la science; mais ne nous laissons dominer ni imposer par l'autorité de leurs noms, même des plus grands; car sur cette matière tout homme peut se tromper.

» Nous nous occupons d'organographie; c'est une science physique et qui demande avant tout des preuves. Ces preuves sont principalement des anatomies.

» Nous ne pouvons, ni M. de Mirbel, ni M. Martius, ni moi, ni personne, voir monter ou descendre les fibres des végétaux. Le seul moyen d'en démontrer la marche ascendante ou descendante est de faire des expériences comparatives bien combinées.

» Ce moyen, vous le savez, messieurs, je l'ai employé avec succès sur tous les végétaux monocotylés et dicotylés que j'ai pu me procurer, et maintenant vous connaissez l'ensemble des résultats que j'ai obtenus.

» Ces résultats, je le dis avec assurance, sont les plus grandes ou plutôt les seules autorités compétentes, et les écueils contre lesquels viendront se briser tous les efforts, directs ou indirects, qu'on pourra tenter pour nous empêcher de défendre les bons principes de la science et de la vérité.

» Le nom de M. Martius, tout-puissant qu'il est à mes yeux, jeté dans la balance du côté de M. de Mirbel, n'en fera pas changer le niveau; car j'ai, pour la maintenir en équilibre, ou, au besoin, pour la faire incliner de mon côté, beaucoup plus d'anatomies qu'il n'en faut pour entraîner, avec celles de M. de Mirbel, celles de M. Martius et de tous les anatomistes qui voudront entrer dans la lice.

» Puisque j'ai, témérairement peut-être (les résultats décideront), accepté la lutte avec M. de Mirbel, je ne lui ferai pas l'injure de la refuser avec qui que ce soit. Je l'accepte donc avec M. Martius.

» En attendant de nouvelles contradictions, je vais poursuivre mes recherches, mes publications, et continuer ma défense contre M. de Mirbel.

» Prochainement, en présentant un nouveau Mémoire à l'Académie, j'aurai l'honneur de lui montrer une seconde série de faits démonstratifs, fournis par des Monocotylés.

» Dans ce Mémoire, je réfuterai, une à une, toutes les assertions émises par M. de Mirbel dans son travail sur le *Dracæna australis* (*Cordyline australis*); et, comme j'ai contracté l'habitude de le faire, je n'avancerai jamais rien sans preuves. »

ACOUSTIQUE. — *Observations sur la limite des sons graves et aigus; par* M. C. DESPRETZ.

« Que doit-on entendre par son appréciable à l'oreille? est-ce un son capable de produire un effet quelconque sur cet organe, ou est-ce un son susceptible d'être classé par rapport à un autre son?

» Nous pensons que toute série de vibrations lentes ou rapides, qui n'est pas comparable à une autre série qui produit un son bien déterminé comme, par exemple, l'*ut* grave du violoncelle, de l'alto ou du violon, n'est pas un son, mais un bruit sourd ou aigu.

» Wollaston, dans ses observations sur les sons auxquels certaines oreilles sont insensibles, et Savart, dans un travail postérieur sur la limite des sons appréciables, ne paraissent pas avoir porté beaucoup leur attention sur la nécessité de cette distinction sans laquelle il régnerait, ce nous semble, toujours un peu de confusion dans le sujet sur lequel j'ai l'honneur de soumettre quelques observations à l'Académie.

» Dans les ouvrages français ou étrangers, on cite les résultats des expériences de Sauveur, de Wollaston et de Savart, et les nombres admis par Chladni et par M. Biot. Voyons d'abord l'état de la question.

« Pour une oreille humaine saine et dans l'état normal, dit Wollaston » (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XVI, p. 208), la faculté de discerner les sons ne paraît pas avoir de limite tranchée. Si l'on fait diminuer » graduellement, et suivant une progression lente, le nombre des pulsations » qui constituent les sons, on n'assignera pas facilement, quelque soin qu'on » y apporte, le point où il faut s'arrêter, pour que les sons produisent un » effet musical. Cependant, à moins d'un défaut dans l'organe, on est encore sensible aux mouvements de vibrations, alors qu'ils sont devenus de » simples tremblements capables d'être appréciés par le tact, et presque » comptés. »

» D'après Chladni (*Acoustique*, p. 6), les sons les plus graves perceptibles à l'oreille humaine correspondent à 30 vibrations simples par seconde. M. Biot et d'autres physiciens ont admis le nombre 32, qui est le ton le plus bas de l'orgue.

» On rapporte (*Mémoires de l'Académie*, 1700, p. 140) que Sauveur a trouvé, par l'expérience, qu'un tuyau de 40 pieds est le son le plus grave que l'homme puisse distinguer. Si la loi des longueurs était maintenue dans cette circonstance, si le son produit était le son fondamental, il serait le résultat de 25 vibrations simples. Il n'y a pas assez de détails pour qu'on puisse dis-

cuter ce fait; il aurait fallu que ce son eût été classé par rapport à un autre son bien déterminé. Sans cette condition, il reste du vague sur la valeur de l'expérience de cet ingénieux acousticien.

» Savart (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XLVII), a considéré comme musical, un son produit dans son appareil par 7 à 8 chocs ou 14 à 16 vibrations simples.

» La barre en fer employée dans ces expériences avait 83 centimètres de longueur environ; et, comme une barre plus courte exigeait un nombre de chocs plus considérable, l'auteur en conclut qu'une barre d'une longueur supérieure à 83 centimètres donnerait naissance à un son appréciable pour un nombre moindre de chocs. Il a été ainsi conduit à penser qu'il n'y a pas de limite à la perception des sons graves.

» Si le son entendu résultait réellement du nombre de chocs de la barre contre l'air, il devrait être très-grave. Il serait à l'octave inférieure d'un tuyau de 32 pieds. Or, ce dernier ne ressemble déjà plus à un son musical, c'est simplement une suite de battements, une espèce de roulement. Aussi les fabricants de grandes orgues éprouvent-ils beaucoup de difficulté à accorder la première partie de l'octave de 32 pieds, sans le concours d'une octave supérieure, ou sans la faire octavier. Il est d'ailleurs à remarquer que, dans le jeu de l'orgue, l'énergie de l'insufflation détermine presque toujours la prédominance de l'octave.

» C'est en assistant à l'inauguration du bel orgue de Saint-Denis, construit par MM. Cavallier-Coll, c'est en comparant mes impressions avec les résultats annoncés par Savart, que j'ai pensé que peut-être ce célèbre acousticien avait été induit en erreur, par la grande intensité du son de son appareil. J'ai été porté ainsi à faire quelques essais, plus pour m'éclairer que dans l'espoir de trouver quelque chose de nouveau dans un sujet déjà traité avec tant d'habileté.

» J'ai répété quelques expériences avec l'appareil de la Faculté des Sciences; la barre de cet appareil a $0^{m},86$ de longueur, sur $0^{m},031$ d'épaisseur. Elle est en bois, elle est seulement couverte, à ses extrémités, d'une lame de cuivre sur les arêtes qui doivent frapper l'air. Une barre en fer est peu praticable; elle entraîne et disloque l'appareil. Si l'on fait marcher cet appareil avec une vitesse graduée, on entend bientôt un son d'une grande puissance; si on l'écoute avec attention, il sera facile, après l'expérience, d'en prendre l'unisson sur une basse. On verra que, dans aucune expérience, le son ne descend au-dessous de sol_{-1}, la note grave de la basse étant ut_1. Je fis successivement l'expérience avec les deux planches telles que les employait Sa-

vart; avec une ou deux planches et la boîte ajoutée par M. Marloye, le son varia seulement d'un ton. Lorsqu'il n'y eut ni planche ni boîte, le son fut encore à peu près le même ; seulement il s'éleva un peu.

» Je pensai que si le son intense prenait naissance dans les chocs de la barre contre l'air renfermé dans l'intervalle des deux planches, ce son serait porté à l'octave par un nombre de chocs double. Je priai M. Marloye de disposer des planches de manière que la barre passât deux fois, dans l'ouverture, pendant une révolution. Il fallut nécessairement quatre paires de planches, au lieu d'une seule qui se trouve dans l'appareil primitif. Sans cette condition, les chocs ne seraient pas équidistants.

» Le son le plus grave perceptible, de l'appareil ainsi disposé et muni d'un compteur, est à l'unisson avec sol_{-1}. Il correspond à 96 vibrations simples par seconde; l'ut_1 correspondant à 128.

» Le nombre des chocs étant de 15 à 16, ce qui équivaut à 31 vibrations simples, le son engendré par ces chocs n'était pas entendu.

» On remit l'appareil dans l'état dans lequel il était dans les expériences de Savart, c'est-à-dire avec une seule ouverture, le son appréciable le plus grave ne changea pas sensiblement. Il correspondait toujours à 96 vibrations; cependant le nombre des chocs était réduit à moitié; il était d'environ 8 par seconde. Ces chocs étaient bien distincts.

» Si ces observations sont exactes, Savart a probablement été induit en erreur par l'intensité du son rendu par son appareil. Je mets ici sous les yeux de l'Académie un diapason donnant l'ut_1 du violoncelle, et confectionné par M. Marloye, sur ma demande, pour la Faculté des Sciences. Le son de ce grand diapason paraît, au premier abord, beaucoup plus grave qu'il n'est réellement, même à des oreilles exercées.

» Nous ajouterons que l'habile constructeur de l'appareil n'avait jamais pu percevoir le son résultant des chocs de la barre dans les expériences mêmes de Savart, qu'il en est de même de M. Cagniard-Latour.

» Il se produit dans cet appareil, comme dans les appareils compliqués, une multitude de sons; la masse d'air de l'appareil, les planches formant l'ouverture, la courroie, etc., peuvent vibrer et faire naître différents sons. On entend plusieurs sons qu'on peut distinguer et classer. Il n'est question ici que du son le plus grave appréciable.

» Nous considérerons maintenant les sons les plus aigus.

» Wollaston pense que le cri de la chauve-souris et celui du grillon des champs forment la limite de la perception des sons. Il croit que des sons les plus graves de l'orgue aux sons les plus aigus des insectes, les vibrations ont

six à sept cents fois plus de rapidité; ce qui porte la limite supérieure entre 19 000 et 22 000 vibrations simples. Sauveur, Mémoire cité, fixait le nombre le plus élevé à 12 400. Il arrivait à ce résultat par la comparaison de la longueur du tuyau qui rendait le son le plus aigu appréciable avec la longueur d'un tuyau dont le son fondamental correspondait à 100 vibrations par seconde.

» Chaldni s'arrêta à 22 000 vibrations. Savart a cherché à déterminer, par des expériences variées, cette limite supérieure avec plus d'exactitude qu'on ne l'avait fait avant lui.

» Les résultats obtenus par ce célèbre physicien sont les suivants :

» La plupart des personnes qui ont assisté à ses expériences ont pu entendre le son engendré par une courte verge de verre (159 millimètres). Ce son répondait à 31 000 vibrations simples. Le son d'une verge plus courte (150 millimètres), et répondant à 33 000 vibrations simples, a été tantôt *entendu*, tantôt non *entendu*. Des verges d'acier ont fourni pour limite le nombre 32 000.

» Les tuyaux sonores ne l'ont conduit qu'à 20 000 vibrations; dans les diverses expériences, on s'appuyait sur la loi des longueurs, pour l'estimation du nombre des vibrations.

» L'emploi des roues dentées a permis d'étendre la limite des sons perceptibles. Il eût été difficile de faire ici usage d'un compteur. On évaluait le nombre des vibrations par le secours d'une roue fixée à l'axe de la roue qui engendrait le son, et d'un nombre de dents beaucoup moindre. La limite supérieure a été évaluée à 48 000 vibrations simples.

» Ainsi, d'après Savart, l'oreille humaine perçoit encore un son résultant de 48 000, quand ce son a suffisamment d'intensité.

» J'ai voulu voir jusqu'où l'organe conserverait la faculté, non pas seulement d'*entendre*, mais de *comparer* les sons.

» M. Marloye m'avait déjà fait deux petits diapasons sonnant l'ut_6 du piano pour des expériences relatives à l'interférence du son, dont tous les résultats n'ont pas été assez nets pour être présentés à l'Académie, quoique, par l'emploi de deux sifflets, j'aie obtenu des lignes alternativement sonores et silencieuses, comme dans l'expérience des deux ouvertures lumineuses, on observe des lignes alternativement brillantes et obscures. Il me fit ensuite ut_7, ut_8, ut_9, ut_{10}. L'oreille, avec de l'exercice et de l'habitude, saisit ces octaves successives. Beaucoup de personnes les ont bien entendues, et regardées comme des octaves.

» Ainsi, quand on se borne à l'octave, qui est l'intervalle le plus agréable

à l'organe, le plus facilement appréciable, l'oreille non-seulement entend les sons, mais peut les *classer* jusqu'à 65 536 vibrations simples, l'ut_1 de la basse étant 128. Je voulus savoir jusqu'où l'on pourrait encore apprécier les autres intervalles. On fit une gamme entre ut_8 et ut_9, on reconnaît dans cette série tous les intervalles d'une gamme diatonique. Je ne prétends pas que les intervalles soient aussi exacts que ceux d'une série prise dans la partie moyenne de l'échelle musicale; on n'y arriverait que par un travail long, pénible et non sans danger pour l'organe, car l'audition prolongée seule, peut occasionner de violents maux de tête. Cependant, si l'on examine cette série avec attention, on reconnaît que l'intervalle de quarte de ut_8 à fa_8 et l'intervalle de quinte de fa_8 à ut_9 sont justes. L'accord parfait *ut mi sol ut* est encore facilement reconnaissable.

» Je n'ai pas voulu chercher à obtenir une octave entre ut_9 et ut_{10}; la fatigue pour l'organe eût été trop grande : on n'y serait d'ailleurs que péniblement parvenu. Désirant savoir cependant s'il ne serait pas possible d'aller au delà de ut_{10}, son correspondant à 65 536 vibrations simples, je priai l'artiste cité de faire trois diapasons semblables à ut_{10} et de laisser à chacun une tige d'une certaine longueur, afin de leur donner plus de sonorité. J'espérais qu'en raccourcissant graduellement les nouveaux diapasons, on tomberait peut-être sur un intervalle appréciable et sur l'octave ut_{11}. On est arrivé à l'unisson assez aisément; mais, quand l'un des diapasons a été raccourci, de manière à donner sensiblement $ré_{10}$, il n'a plus sonné dès qu'on l'a limé un peu; il a sonné de nouveau dès qu'on lui a rendu sa longueur première. Mais il n'a jamais été possible de le faire sonner au delà de $ré_{10}$, c'est-à-dire au delà de 73 700 vibrations simples.

» Ces diapasons ont beaucoup d'intensité, malgré leur petitesse; ainsi le diapason ut_9 est entendu à travers une porte, et à une distance encore de quelques mètres. Le diapason ut_{10} est entendu du centre aux extrémités du grand amphithéâtre de la Sorbonne, par plus de neuf personnes sur dix.

» Si les expériences précédentes sont exactes, il suit, 1°. qu'il n'est pas démontré aujourd'hui que l'oreille humaine puisse apprécier, classer des sons au-dessous de 32 vibrations simples.

» 2°. Il est constaté que cet organe peut entendre, apprécier, classer, avec plus ou moins de difficulté, des sons depuis 32 jusqu'à 73 000 vibrations simples.

» Je m'empresse de faire observer que l'appréciation des sons très-aigus n'est pas assez rapide pour qu'on puisse les faire entrer dans l'échelle musicale. Les fabricants d'instruments de musique ont d'ailleurs atteint, sinon

dépassé, le possible, comme on peut le voir par l'examen de quelques instruments.

» Dans le piano le plus étendu, la note la plus grave correspond à ut_{-1} ou ut 16 pieds ouverts, et la note la plus aiguë à ut_7. Qu'on parcoure le clavier de ces pianos, on constatera que, dans la grande majorité, la moitié de l'octave inférieure n'offre rien de déterminé; que dans la seconde moitié de l'octave supérieure on ne trouve que des sons insignifiants, difficiles à apprécier. On pourrait donc retrancher du piano une octave entière, sans affaiblir la valeur ni les ressources de cet instrument si répandu.

» Dans la contre-bande basse où la note la plus grave répond à ut_{-1}, des artistes, même exercés, sont obligés d'avoir recours au premier harmonique pour obtenir l'accord.

» Dans les grandes orgues, on trouve des tuyaux depuis 32 pieds jusqu'à quelques lignes. Nous avons dit plus haut que l'accord des sons graves laisse toujours un peu d'incertitude. On a été, dans plus d'un instrument, au delà des sons les plus aigus du chant des oiseaux et du cri des insectes.

» Je demanderai à l'Académie la permission de proposer ici quelques applications, toutefois avec la réserve qui m'est imposée par ma faible compétence.

» La médecine ne pourrait-elle pas tirer parti des petits diapasons de ut_4 à ut_9, avec ou sans caisse consonnante, pour reconnaître la sensibilité croissante ou décroissante dans le traitement des affections de l'organe de l'ouïe?

» L'effet que produit un diapason ut_2, quand on le pose sur le front ou sur la poitrine, est peut-être une indication de l'efficacité de l'emploi de cet appareil en médecine; sur le front, il produit un étonnement, un ébranlement semblable à celui que cause une douche.

» Les diapasons moyens munis de caisses consonnantes, isolés ou disposés en accords, ne produiraient-ils pas de beaux effets par leur réunion avec le piano ou avec de petits orchestres? Une série de diapasons moyens que je mets ici sous les yeux de l'Académie, et que j'ai fait construire pour représenter la succession des harmoniques d'une corde, ou d'un tuyau ouvert, donne une idée de la beauté, de la pureté des sons de ces instruments.

» Les grands diapasons ut_1 et ut_{-1} fourniraient des pédales supérieures par la beauté, la pureté et même par l'intensité, à tout ce que les flûtes ou les anches peuvent donner. On trouverait dans des accords compris entre ut_1 et ut_2, des effets inconnus dans la musique actuelle.

» Il serait à désirer que les constructeurs chargés de l'établissement des grandes orgues de la Madeleine et de Saint-Eustache fissent quelques essais à cet

égard. Dans l'état actuel des choses, l'organiste ne pourrait pas lui-même faire sonner les diapasons; mais, en attendant qu'on ait un mécanisme qui obéisse à l'action du doigt ou du pied, rien ne serait plus facile que d'exercer l'un des souffleurs à faire sonner les diapasons ou ces accords à un signal donné par l'organiste. Dans un orchestre, cela serait encore plus aisé.

» On ne faisait guère, il y a peu d'années, que le diapason destiné à donner le ton dans les orchestres et une partition tempérée pour faciliter le travail de l'accord. Lorsque je demandai un diapason ut_2 à un artiste très-habile et très-exercé, puisqu'il avait concouru à la confection de la plupart des appareils de Savart, et du cours d'acoustique de M. Biot, il dut faire quelques essais. Aujourd'hui M. Marloye a acquis une telle sûreté, qu'il lui a fallu, sans toucher à l'épaisseur, enlever à peine deux lignes sur la longueur du diapason ut_1 brut sorti de la fonderie, quoiqu'il n'eût jamais fait de diapason d'une pareille dimension. C'est probablement le plus grand qui ait été exécuté.

» Je n'ai nullement la prétention d'être le premier à former le désir de voir adopter, dans la musique sacrée ou profane, des instruments, des appareils qui n'ont paru, jusqu'à présent, que dans les cours de physique. Je crois, au contraire, que ce désir a dû se présenter à l'esprit de tous ceux qui ont entendu les sons des longues verges d'acier, des timbres et des diapasons avec caisses consonnantes. J'ai voulu seulement indiquer aux artistes des ressources dont ils paraissent ignorer l'existence.

» *Nota.* Nous avons supposé, dans ce qui précède, l'oreille dans l'état normal, dans cet état où l'appréciation des sons graves ou aigus se fait à peu près également bien. C'est le cas de la plupart des personnes. Nous ne nous occupons ici ni de la différence d'aptitude des deux oreilles chez le même individu, ni de la diversité d'aptitudes chez différents individus. Nous avons voulu réduire la question au cas le plus simple et, selon nous, le plus important, afin d'arriver plus sûrement à une solution nette et claire.

» Si quelques essais que nous avons commencés, dans d'autres conditions, nous fournissent des résultats satisfaisants, nous les soumettrons à l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Études sur l'hygrométrie; par* M. V. REGNAULT. (Fin.)

IV. — *Du psychromètre.*

« M. Gay-Lussac a proposé le premier de déterminer l'état hygrométrique de l'air en observant les températures indiquées par un thermomètre sec et par un thermomètre dont le réservoir est maintenu constamment

mouillé (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XXI, page 91); mais il pense que, pour pouvoir déduire de ces observations la quantité d'humidité qui existe dans l'air, il faudra construire des Tables dont les éléments exigeront un grand nombre d'expériences.

» Depuis cette époque, un physicien allemand, M. August, s'est occupé de cette question, et il a publié plusieurs Mémoires intéressants dans lesquels il a cherché à établir sur des considérations théoriques les formules d'après lesquelles on peut calculer la force élastique de la vapeur aqueuse qui existe dans l'air d'après les températures que marquent dans cet air un thermomètre sec et un thermomètre à boule mouillée. L'appareil, composé de ces deux thermomètres, a reçu le nom de *psychromètre*.

» Voici les considérations sur lesquelles M. August établit ses formules (*Annales de Poggendorff*, 2e série, tome V, page 69); je les donne ici avec quelque développement, parce que les recherches de M. August n'ont été publiées jusqu'ici dans aucun Recueil français.

» M. August admet que la boule humide du psychromètre est toujours entourée d'une couche d'air, que l'on peut d'ailleurs supposer aussi mince que l'on veut, qui a la même température que cette boule et qui se trouve saturée d'humidité. Cette température est inférieure à celle de l'air extérieur; M. August suppose que les couches d'air qui arrivent ainsi successivement en contact avec la boule humide prennent la température de cette boule et se saturent d'humidité. Ces couches, arrivant avec une température supérieure à celle de la boule, lui abandonnent une certaine quantité de chaleur; mais, d'un autre côté, elles vaporisent de l'eau à sa surface et par suite enlèvent à la boule une autre quantité de chaleur. La température stationnaire de la boule humide s'établit par l'égalité entre ces deux quantités de chaleur.

» D'après cela, soient

ω le poids de la petite couche d'air supposée sèche, à 0 degré et sous la pression de $0^{m},760$;

h, la hauteur du baromètre;

t, la température de l'air ambiant donnée par le thermomètre sec;

t', la température indiquée par le thermomètre mouillé;

f et f', les forces élastiques de la vapeur d'eau à saturation pour les températures t et t';

x, la force élastique de la vapeur d'eau qui existe actuellement dans l'air.

» Dans la couche d'air qui environne la boule mouillée, la vapeur d'eau exerce une force élastique f', et l'air une force élastique $h-f'$. Le poids de

cet air sec est

$$\omega \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{h-f'}{760}.$$

La vapeur d'eau qui existe dans cet air se compose de la quantité qui s'y trouvait avant le contact de la boule et qui a pour force élastique x, et de la quantité qui s'est formée par évaporation.

» La première quantité est représentée par

$$\omega\delta \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{f}{760};$$

la seconde par

$$\omega\delta \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{f'-f}{760},$$

δ représentant la densité de la vapeur d'eau par rapport à l'air.

» Si γ représente la capacité calorifique de l'air, la quantité de chaleur abandonnée par l'air sec de la couche en descendant de la température t à la température t', est

$$\omega\gamma \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{h-f'}{760}(t-t').$$

La vapeur d'eau qui existait dans cet air abandonne une quantité de chaleur qui est, en désignant par k la capacité calorifique de la vapeur aqueuse,

$$\omega\delta k \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{x}{760}(t-t').$$

» Enfin, soit λ la chaleur latente de la vapeur d'eau entre les températures t et t'; nous aurons pour la chaleur absorbée par la vapeur qui se forme,

$$\omega\delta\lambda \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{f'-x}{760}.$$

Égalant cette dernière quantité de chaleur à la somme des deux premières, nous aurons

$$\omega\delta\lambda \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{f'-x}{760} = \omega\gamma \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{h-f'}{760}(t-t') + \omega\delta k \frac{1}{1+\alpha t'} \cdot \frac{x}{760} \cdot (t-t'),$$

ou simplement :

$$(1) \qquad \gamma(h-f')(t-t') + \delta k x (t-t') = \delta\lambda(f'-x);$$

d'où

$$(2)\qquad x = \frac{1 + \frac{\gamma}{\delta\lambda}(t-t')}{1 + \frac{k}{\lambda}(t-t')} f' - \frac{\frac{\gamma}{\delta\lambda}(t-t')}{1 + \frac{k}{\lambda}(t-t')} . h.$$

» Dans cette formule il faut connaître, outre les données mêmes de l'observation :

» 1°. La chaleur spécifique γ de l'air sec; M. August l'admet égale à 0,2669, d'après les expériences de Laroche et Bérard;

» 2°. La chaleur spécifique k de la valeur aqueuse; M. August la suppose égale à celle de l'air, faute d'une meilleure donnée;

» 3°. La densité δ de la vapeur aqueuse; M. August l'admet égale à 0,6235, d'après les expériences de M. Gay-Lussac;

» 4°. La chaleur latente λ de la vapeur aqueuse entre les températures t et t'; M. August a admis d'abord pour cette donnée la loi de Southern, et il a posé $\lambda = 550$; plus tard, il a adopté la loi de Watt, c'est-à-dire qu'il a supposé que cette quantité est représentée par $640 - t'$.

» En substituant ces nombres et négligeant quelques quantités très-petites, M. August obtient la formule numérique (*)

$$(A)\qquad x = f' - \frac{0,558\,(t-t')}{640-t'} \cdot h.$$

» Nous modifierons quelques-unes des données numériques précédentes. Nous supposerons la densité δ de la vapeur d'eau égale à 0,622, c'est-à-dire égale à la densité théorique, et la chaleur latente de la vapeur d'eau représentée par $610 - t'$, en substituant ces nombres dans la formule (2) et supposant $\delta = k = 0,2669$, nous aurons :

$$x = \frac{1 + \frac{0,2669}{0,622.\lambda}(t-t')}{1 + \frac{0,2669}{\lambda}(t-t')} f' - \frac{\frac{0,2669}{0,622.\lambda}(t-t')}{1 + \frac{0,2669}{\lambda}(t-t')} . h,$$

ou, en négligeant les quantités très-petites,

$$(B)\qquad x = f' - \frac{0,429(t-t')}{610-t'} \cdot h.$$

(*) *Uber die fortschritte der Hygrometrie;* AUGUST, p. 30.

» M. August a cherché à vérifier l'exactitude de sa formule par des expériences comparatives qu'il a faites avec le psychromètre et l'hygromètre de Daniell. Il cite des expériences semblables faites par d'autres physiciens, et il trouve dans tous les cas une concordance suffisante entre la force élastique de la vapeur déduite de l'observation de la température du point de rosée et celle qu'il détermine au moyen de la formule (A) d'après l'observation du psychromètre.

» M. August trouve également une vérification complète de sa formule dans les expériences faites anciennement par M. Gay-Lussac sur le froid produit par l'évaporation de l'eau à la surface de la boule d'un thermomètre placé dans un courant d'air sec (*Annales de Chimie et de Physique*, 2[e] série, t. XXI, p. 82).

» Pour obtenir la formule qui s'applique à ce dernier cas, il faut supposer $x = 0$ dans l'équation (1); celle-ci devient alors

$$(3) \qquad \gamma(h - f')(t - t') = f'\lambda\delta.$$

» Si l'on substitue à la place de f' la fonction $\varphi(t')$ qui exprime la force élastique de la vapeur d'eau à saturation par rapport à la température, on aura une équation en t' qui, résolue par rapport à cette quantité, donnera la température à laquelle descendra un thermomètre dont la boule est constamment mouillée, quand ce thermomètre est placé dans un courant d'air sec d'une température t. Mais la fonction $\varphi(t')$ est trop compliquée pour que l'on puisse résoudre l'équation en t'; il faut faire l'inverse, supposer successivement

$$t' = 0 = 1 = 2\ldots,$$

et résoudre l'équation par rapport à t. On obtient ainsi les températures t et t' de deux thermomètres, le premier sec, le second mouillé, placés dans un même courant d'air sec. Les nombres intermédiaires pourront se calculer par une simple interpolation proportionnelle. L'équation (3), résolue par rapport à t, donne

$$t = t' + \frac{f'\lambda\delta}{\gamma(h - f')} = t' + \frac{\lambda}{0,429}\cdot\frac{f'}{h - f'},$$

ou

$$t = t' + \frac{(610 - t')f'}{0,420(h - f')}.$$

» Le tableau suivant renferme quelques valeurs de t calculées de cette manière, en supposant $h = 760$ millimètres :

t'.	t.	$t - t'$.
− 5°	0°,68	5°,68
− 4	2,18	6,18
− 3	3,70	6,70
− 2	5,35	7,35
− 1	6,95	7,95
0	8,65	8,65
+ 1	10,28	9,28
2	11,95	9,95
3	13,67	10,67
4	15,42	11,42
5	17,22	12,22
6	19,08	13,08
7	20,99	13,99
8	22,96	14,96
9	24,97	15,97
10	27,05	17,05
11	29,21	18,21

» Les nombres que l'on trouve dans cette Table ne s'éloignent pas beaucoup des résultats observés par M. Gay-Lussac dans des expériences directes.

» La formule (3) ne tient aucun compte de la vitesse du courant d'air; d'après cette formule, la différence de température devrait être la même quelle que soit cette vitesse. Ce résultat paraît impossible à priori. J'ai cherché à déterminer, par des expériences directes, l'influence de cette vitesse et à reconnaître si, à partir d'une certaine valeur de la vitesse, les différences de température des thermomètres sec et mouillé deviendraient indépendantes de la vitesse absolue du courant d'air, conséquence à laquelle on se trouve naturellement conduit par le raisonnement que M. August applique au calcul de la formule du psychromètre.

» A cet effet, j'ai disposé l'appareil suivant :

» Un thermomètre sec a et un thermomètre à boule mouillée b sont placés dans deux boîtes cylindriques en laiton très-mince A et B. La boule du thermomètre b est recouverte d'une batiste qui est continuellement humectée par une mèche de coton qui plonge dans le petit ballon c renfermant de l'eau et dont le col est mastiqué hermétiquement dans la tubulure inférieure de la boîte B.

» Un tube en laiton recourbé plusieurs fois est mis en communication avec un grand tube plein de ponce sulfurique qui doit dessécher complétement l'air, et le tube D est mis en communication avec un aspirateur de grande capacité. Les expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Reiset, avec deux aspirateurs ayant chacun 600 litres de capacité et qui sont disposés de façon à ce qu'ils puissent aspirer isolément ou tous les deux à la fois dans le même espace.

» L'appareil est placé dans une grande cloche en verre remplie d'eau à la température ambiante et que l'on agite continuellement. L'air sec, avant d'arriver au thermomètre a, a traversé un très-long tube métallique plongé dans l'eau du vase et a pris la température de cette eau; celle-ci est d'ailleurs très-voisine de la température ambiante.

» On ouvrait d'une certaine quantité le robinet d'un des aspirateurs, le thermomètre mouillé baissait aussitôt; au bout de quelque temps, il devenait stationnaire: on notait alors les températures indiquées par les deux thermomètres. Pour obtenir la vitesse du courant d'air, on recevait l'eau qui s'écoulait de l'aspirateur dans un ballon en verre portant un trait de repère sur le col et qui jaugeait 5 litres. On comptait sur une montre à seconde le nombre de secondes que le vase mettait à se remplir; il était facile de déduire de cette observation le nombre de centimètres cubes écoulés en une minute.

» On faisait une nouvelle détermination exactement de la même manière, en ouvrant davantage le robinet, et ainsi de suite. Pour obtenir un écoulement très-rapide, on faisait couler les deux aspirateurs à la fois.

» Voici les résultats qui ont été obtenus :

t.	t'.	$t - t'$.	Liquide écoulé en 1'.
14°,66	7°,28	7°,38	797
14,73	6,64	8,09	1096
14,93	5,39	9,54	1466
14,96	5,16	9,80	1845
14,96	4,67	10,29	3045
14,96	4,33	10,63	5067
21,48	10,78	10,70	815
21,50	10,05	11,45	1117
21,63	9,49	12,14	1523
21,70	9,18	12,52	1947
21,70	8,67	13,03	3019
21,70	8,56	13,14	3330

» Pour comparer plus facilement ces nombres, nous les rapporterons à la

même température t dans chacune des deux séries. Cette température sera 14°,96 pour la première série, et 21°,70 pour la seconde. A cet effet, nous ajouterons aux valeurs de t' des quantités égales à celles que nous aurons eu à ajouter aux valeurs de t pour établir l'égalité. Comme les quantités à ajouter sont très-petites, cette correction ne pourra pas occasionner d'erreurs sensibles. Nous obtiendrons ainsi :

t.	t'.	$t-t'$.	Liquide en 1'.
14°,96	7°,58	7°,38	797
»	6,87	8,09	1096
»	5,42	9,54	1466
»	5,16	9,80	1845
»	4,67	10,29	3045
»	4,33	10,63	5067
21,70	11,00	10,70	815
»	10,25	11,45	1117
»	9,56	12,14	1523
»	9,18	12,52	1947
»	8,67	13,03	3019
»	8,56	13,14	3330

» On voit que, pour une même température t, les températures t' dépendent beaucoup de la vitesse du courant d'air. Si l'on calcule avec la formule (3) les températures t' qui correspondent aux températures t, on trouve :

pour $t = 14°,96$ $t' = 3°,73$ $t - t' = 11°,23$
» $t = 21°,70$ $t' = 7°,36$ $t - t' = 14°,34$

» Les valeurs de t', que nous trouvons ainsi, sont encore plus faibles que celles que nous avons trouvées dans nos expériences avec les écoulements les plus rapides.

» On peut se faire une idée assez exacte de la marche de ces expériences en les représentant par une courbe graphique. On prend, sur la ligne des abscisses, des longueurs proportionnelles aux vitesses d'écoulement, et sur les ordonnées correspondantes, des longueurs proportionnelles aux températures t' du thermomètre mouillé. Pour $v = 0$, nous aurons évidemment $t' = t$; c'est le point où la courbe coupe l'axe des t. Si l'on mène une parallèle à l'axe des v, à une distance égale à la valeur de t', déduite de notre formule, on doit avoir une asymptote à la courbe, si cette valeur de t' correspond à une vitesse infinie du courant d'air; mais je me suis assuré qu'en établissant à travers l'ap-

pareil un courant d'air sec plus rapide que celui que nous avons obtenu dans les expériences précédentes, ce qui s'obtient facilement en faisant jouer une machine pneumatique, on voit la température t' du thermomètre mouillé descendre très-notablement au-dessous de celle que l'on déduit de la formule. J'ai obtenu, en effet, dans deux expériences :

t.	t'.	$t - t'$.	t' calculé par la formule.
18°,91	5°,39	13°,52	5°,91
22°,95	7°,35	15°,60	8°,00

» Les expériences précédentes démontrent que c'est par une circonstance fortuite que les expériences de M. Gay-Lussac ont donné des nombres qui s'éloignent peu de ceux que l'on déduit de la formule; car on aurait obtenu des nombres très-différents si l'on avait employé une autre vitesse du courant d'air. Les expériences de M. Gay-Lussac ne peuvent par conséquent pas être invoquées comme confirmant l'exactitude de la formule de M. August.

» Si la vitesse du courant exerce une grande influence sur l'abaissement de la température du thermomètre mouillé quand l'air est complétement sec, il est évident que cette influence doit encore être très-sensible lorsque l'air renferme une certaine quantité d'humidité. Pour m'en assurer, j'ai fait l'expérience suivante : L'appareil décrit ci-dessus a été mis en communication par son tube E avec un aspirateur; à l'extrémité G on a adapté un long tube de verre qui puisait l'air au dehors dans une cour, immédiatement à côté d'un psychromètre. On faisait couler l'aspirateur, et lorsque le thermomètre mouillé avait atteint son état stationnaire, on notait simultanément les deux thermomètres a et b de l'appareil, et les deux thermomètres du psychromètre extérieur. Comme c'est le même air qui agit sur les deux appareils psychrométriques, il est clair que la formule appliquée à leurs indications simultanées devrait conduire à la même quantité pondérale d'humidité.

» Dans une seconde expérience, pour obtenir un courant d'air plus rapide, on aspirait avec deux aspirateurs à la fois; enfin, dans une troisième expérience, on obtenait un courant très-rapide en aspirant l'air avec une machine pneumatique.

» Voici quelques résultats qui ont été obtenus de cette manière :

	PSYCHROMÈTRE EXTÉRIEUR.				PSYCHROMÈTRE DANS L'APPAREIL.			
	t.	t'.	$t-t'$.	f.	t.	t'.	$t-t'$.	f.
11 juin 1843.								
Aspiration par un aspirateur....	16°,40	12°,27	4°,13	8mm,40	14°,69	11°,17	3°,52	7°,98
— par deux aspirateurs..	16,79	12,39	4,40	8,33	14,77	10,74	4,03	7,44
— par un aspirateur....	18,15	13,34	4,81	8,69	14,80	11,17	3,63	7,92
12 juin.								
Machine pneumatique..........	13,15	10,82	2,33	8,41	14,58	10,52	4,06	7,29
13 juin.								
Deux aspirateurs	16,10	13,48	2,62	10,09	14,85	12,57	2,28	9,62

» On voit dans ce tableau, que lorsque le courant d'air a été déterminé par l'écoulement des aspirateurs ou par la machine, la force élastique de la vapeur calculée avec la formule, d'après les observations faites sur les thermomètres placés dans l'appareil, a toujours été plus petite que celle que l'on déduit de l'observation du psychromètre placé au dehors; le contraire aurait certainement lieu si le courant d'air était très-peu rapide.

» Il résulte, de tout ce qui vient d'être dit, que l'agitation de l'air doit exercer une influence très-sensible sur les indications du psychromètre ; il est facile de s'en convaincre par une expérience directe. On fixe un psychromètre à la circonférence d'une roue horizontale à laquelle on peut imprimer un mouvement très-rapide. On reconnaît que, pendant le mouvement, le thermomètre sec monte d'une petite fraction de degré, mais le thermomètre mouillé descend constamment de plusieurs dixièmes de degré.

» Je ne pense pas que l'on puisse admettre comme base du calcul du psychromètre l'hypothèse fondamentale adoptée par M. August : à savoir, que tout l'air qui fournit de la chaleur au thermomètre mouillé descend jusqu'à la température t' indiquée par celui-ci et se sature complétement d'humidité. Il me paraît probable que la portion de l'air qui se refroidit ne descend pas jusqu'à t' et qu'elle ne se sature pas d'humidité. Le rapport de la quantité de chaleur que l'air enlève à la boule par vaporisation de l'eau, à la quantité de chaleur qu'il perd en se refroidissant, est probablement d'autant plus grand que cet air est plus sec, parce que, dans cet état, il est beaucoup plus avide d'humidité que quand il approche de son état de saturation.

» Enfin, la température de la boule mouillée est influencée encore autrement que par l'air immédiatement ambiant; elle est soumise au rayonnement de l'enceinte dont l'influence sera variable suivant l'état d'agitation de l'air.

» Il me paraît impossible de faire entrer toutes ces circonstances dans le calcul théorique de l'instrument, et je crois qu'il est plus sage de ne faire servir les considérations théoriques qu'à la recherche de la forme de la fonction, et à déterminer ensuite les constantes par des expériences faites dans des conditions déterminées. Cette manière d'opérer me paraît d'autant plus nécessaire, qu'il reste beaucoup d'incertitude sur plusieurs des éléments numériques qui entrent dans le calcul, notamment sur la chaleur spécifique de l'air, sur celle de la vapeur et sur la chaleur absorbée par l'eau, lorsqu'elle se vaporise dans l'air. J'indiquerai à la fin de ce Mémoire des procédés qui permettront, je pense, de déterminer ces éléments avec précision par des expériences directes.

» Ainsi, nous poserons

$$x = \mathrm{A}f' - \frac{\mathrm{B}(t-t')}{\lambda}\cdot h, \tag{4}$$

et nous rechercherons si cette formule, appliquée au calcul des indications d'un psychromètre placé dans des circonstances très-variées, peut donner dans tous ces cas la quantité réelle d'humidité, en déterminant convenablement les constantes A et B. Si la formule ainsi déterminée ne peut pas représenter la quantité d'humidité qui existe dans tous les cas, on pourra supposer A et B des fonctions de t, ou de t', ou de $(t-t')$, que, pour plus de simplicité, on prendra de la forme $a+bt$ ou $\frac{1}{a+bt}$ etc.

» J'ai commencé par chercher si la température du thermomètre mouillé ne dépendait pas de la forme ou de la grosseur de son réservoir et de la manière dont il est mouillé. J'ai reconnu que dans un air peu agité, dans l'amphithéâtre de physique du Collége de France, qui présente une capacité totale d'environ 600 mètres cubes, un thermomètre à réservoir sphérique assez gros, de 17 millimètres de diamètre, montrait constamment une température supérieure de $0°,10$ à $0°,20$ à celle marquée par deux thermomètres à réservoir cylindrique très-longs, qui étaient placés immédiatement à côté. En plein air, la différence se maintenait dans le même sens, mais elle devenait plus faible. Le réservoir sphérique du thermomètre que j'ai employé pour cette expérience est beaucoup plus gros que ne le sont ordinairement les réser-

voirs des thermomètres que l'on emploie dans le psychromètre; mais je l'ai choisi ainsi à dessein, afin d'augmenter la différence s'il en existait une. Je crois que l'on peut conclure de là que la forme du réservoir n'exerce qu'une influence très-faible sur la température stationnaire à laquelle parvient le thermomètre mouillé. Je donne cependant la préférence aux thermomètres à réservoirs cylindriques, parce qu'ils sont beaucoup plus sensibles aux variations de température qui surviennent dans l'air, et que, pour la même masse de mercure, ils présentent à l'air une surface beaucoup plus grande.

» J'ai reconnu que la manière de mouiller le thermomètre n'exerçait pas non plus d'influence sensible, pourvu que la quantité d'eau qui arrive sur la batiste qui enveloppe la boule soit suffisante. Lorsque cette quantité est plus grande que celle qui s'évapore, et, par conséquent, qu'une goutte d'eau tombe de temps en temps à l'extrémité du réservoir, je n'ai encore observé aucune différence sensible. Il est évident, d'ailleurs, que la quantité d'eau qui arrive en excès doit toujours être très-petite, sans quoi elle n'aurait pas le temps de se refroidir par la vaporisation. Le trajet plus ou moins long que cette eau parcourt sur la mèche de coton depuis le réservoir jusqu'à la boule du thermomètre, ne m'a pas paru non plus exercer d'influence sensible, au moins dans les limites que l'on ne dépasse pas dans la construction ordinaire du psychromètre.

Première série d'expériences.

» Les appareils thermométriques employés étaient un thermomètre A à boule sèche, dont le réservoir a 8 millimètres de diamètre et 30 millimètres de long;

» Un thermomètre mouillé B, dont le réservoir a 5 millimètres de diamètre et 60 millimètres de longueur;

» Un thermomètre mouillé C; diamètre du réservoir, 7 millimètres; longueur, 45 millimètres.

» Ces thermomètres sont établis à l'extrémité d'une planche de 2 mètres de longueur, les réservoirs se trouvent à 4 décimètres au-dessus de la planche; l'autre extrémité de la planche est fixée au balcon d'une fenêtre exposée au nord et située au premier étage. Ces thermomètres se trouvent dans l'air d'une grande cour (la grande cour carrée du Collége de France), à une distance de 7 mètres au-dessus du sol; on observe ces thermomètres avec une lunette. Au moyen d'un aspirateur et d'un long tube en verre, on vient puiser l'air à une petite distance des thermomètres, et l'on fait passer cet air à travers des tubes desséchants tarés. Pendant l'écoulement de l'aspirateur, on inscrit régulièrement de cinq minutes en cinq minutes les indications des thermomètres. On prend les moyennes que l'on fait entrer dans la formule du psychromètre,

pour calculer les quantités d'humidité et les comparer à celles qui ont été obtenues par pesée directe.

» Pour juger plus facilement de la marche des expériences, j'ai adopté la formule

$$x = f' - \frac{0,429\,(t-t')}{610-t'} \cdot h.$$

Les valeurs $\frac{x}{f}$ de la fraction de saturation inscrite dans le tableau ont été calculées avec la valeur de x trouvée au moyen de cette formule.

Tableau n° I. — *Expériences sur le psychromètre faites dans la grande cour carrée du Collége de France.*

PREMIÈRE SÉRIE.								
NUMÉRO de l'aspirateur.	THERMOMÈTRE sec A : t.	THERMOMÈTRES MOUILLÉS : t'.		$t-t'$.	h_0.	POIDS de l'eau trouvé : p.	FRACTION DE SATURATION trouvée : $\frac{p}{P}$.	calculée : $\frac{x}{f}$.
	°	°	°	°	mm	gr		
N° 1.	12,12	7,07	7,10	5,04	764,38	0,270	0,396	0,424
"	12,54	7,61	7,68	4,92	764,35	0,3035	0,466	0,474
"	14,07	7,56	7,60	6,49	764,43	0,2595	0,362	0,356
"	15,24	9,52	9,53	5,72	762,42	0,324	0,420	0,417
"	16,68	10,06	10,06	6,62	760,42	0,319	0,377	0,396
"	17,88	8,27	8,30	9,66	754,89	0,1755	0,193	0,197
"	13,18	8,87	8,97	4,26	756,43	0,340	0,506	0,551
"	18,08	11,66	11,68	6,41	754,72	0,399	0,438	0,438
"	18,47	10,60	10,68	7,83	754,36	0,3245	0,344	0,337
"	18,06	"	12,51	5,55	751,10	0,436	0,496	0,507
"	13,12	9,39	9,46	3,69	749,38	0,398	0,597	0,609
"	9,39	5,62	5,68	3,74	737,09	0,287	0,545	0,554
"	7,16	5,29	5,31	1,86	748,71	0,332	0,731	0,750
DEUXIÈME SÉRIE. — *Petit psychromètre.*								
"	17,90	11,79	"	6,11	752,61	0,392	0,439	0,463
"	17,70	11,71	"	5,99	752,50	0,405	0,454	0,466
"	14,51	11,06	"	3,45	755,57	0,455	0,628	0,646
"	16,58	12,24	"	4,34	755,10	0,466	0,563	0,589
"	16,33	12,34	"	3,99	754,70	0,485	0,594	0,617
"	16,05	12,84	"	3,21	754,65	0,543	0,677	0,685

Les fractions de saturation, calculées au moyen de la formule, s'accordent ici d'une manière très-satisfaisante avec celles que l'on a trouvées par les pesées directes. Mais l'accord a été beaucoup moins parfait dans les basses températures et dans de l'air très-humide, comme on peut en juger par le tableau suivant qui renferme des expériences qui ont été faites dans des circonstances toutes semblables, au mois de décembre 1842. Le psychromètre employé dans ces dernières expériences se composait de deux thermomètres à réservoir sphérique de 10 millimètres de diamètre. Le même appareil avait été employé dans la deuxième série du tableau précédent.

Tableau n° II.

THERMOMÈTRE sec : t.	THERMOMÈTRE mouillé : t'.	$t - t'$.	h_0.	POIDS DE L'EAU trouvé : p.	FRACTION DE SATURATION trouvée : $\frac{P}{p}$.	calculée : $\frac{x}{f}$.
° 7,26	° 6,51	° 0,75	mm 774,52	gr 0,391	0,8503	0,896
7,70	6,66	1,04	771,73	0,401	0,8406	0,859
7,10	6,95	0,15	771,87	0,441	0,9626	0,979
8,25	8,10	0,15	768,33	0,4835	0,9783	0,979
9,65	8,89	0,76	766,62	0,473	0,8734	0,904
9,84	8,92	0,92	764,69	0,473	0,8616	0,889
5,64	4,54	1,10	753,50	0,331	0,8035	0,841
6,87	4,67	2,20	753,75	0,278	0,6193	0,694
1,37	1,14	0,23	759,36	0,266	0,9877	0,959
5,65	4,46	1,19	758,67	0,314	0,7576	0,828
0,85	0,29	0,56	755,33	0,2435	0,8183	0,900
7,52	6,22	1,30	748,14	0,361	0,7659	0,826
8,33	6,76	1,57	748,14	0,372	0,7436	0,797
5,80	5,41	0,39	768,22	0,3525	0,8314	0,943
8,56	7,73	0,83	770,13	0,4345	0,8533	0,891

» Les fractions de saturation calculées sont toutes, excepté une seule, plus fortes que celles qui ont été données par les expériences directes, et souvent d'une manière très-notable, de $\frac{1}{10}$; il est vrai de dire que dans les basses températures, et pour de grands degrés d'humidité, les indications du psychromètre offrent peu de précision à cause de la faible différence des températures marquées par les thermomètres sec et mouillé.

» Deux autres séries d'expériences ont été faites dans des espaces fermés; elles ont eu pour objet de démontrer que la même formule ne peut pas être appliquée dans ce cas. La première série, tableau n° III, a été faite dans une chambre de 100 mètres cubes de capacité, dans laquelle ne pénétrait pas l'expérimentateur qui observait les thermomètres d'une chambre voisine avec une lunette. La deuxième série, tableau n° IV, a été faite dans l'amphithéâtre de physique du Collége de France.

Tableau n° III. — *Expériences faites dans une chambre fermée du Collége de France.* (Août 1843.)

t.	t'.	$t-t'$.	h_0.	p.	$\frac{p}{P}$.	$\frac{x}{f}$.
21°,44	17°,44	4°,00	760mm,13	0gr,605	0,5649	0,6644
21,65	17,73	3,92	757,03	0,624	0,5743	0,6745
22,06	18,08	3,98	756,75	0,644	0,5775	0,6716
22,47	18,41	4,06	756,27	0,659	0,5769	0,6689
22,39	18,48	3,91	758,50	0,661	0,5816	0,6831
23,52	19,32	4,20	758,49	0,686	0,5652	0,6663
23,38	18,02	5,36	758,61	0,594	0,4930	0,5814
23,73	18,44	5,29	757,40	0,598	0,4889	0,5902
25,75	19,81	5,94	755,33	0,652	0,4731	0,5656
23,44	18,97	4,47	758,28	0,669	0,5530	0,6457

Tableau n° IV. — *Expériences faites dans l'amphithéâtre de physique.*

N° de l'aspirateur.	Thermom. sec A : t.	Thermomètres mouillés : t'.		$t-t'$.	h_0.	Poids de l'eau trouvé : p.	Fraction de saturation trouvée : $\frac{P}{p}$.	Fraction de saturation calculée : $\frac{x}{f}$.
"	8°,06	6°,67	6°,69	1°,38	757mm,39	0gr,3585	0,7525	0,8187
"	8,29	6,52	6,55	1,75	762,92	0,344	0,7107	0,7709
"	9,15	7,23	7,23	1,92	764,98	0,345	0,6738	0,7582
2	15,71	12,14	12,20	3,54	751,59	0,460	0,597	0,652
"	16,19	12,49	12,55	3,67	752,35	0,461	0,581	0,645
"	16,32	12,65	12,71	3,64	751,36	0,463	0,580	0,649
"	14,78	12,01	11,98	2,78	752,97	0,474	0,653	0,715
"	15,25	12,34	12,34	2,91	735,43	0,479	0,640	0,706

» Les fractions de saturation, calculées avec la formule, sont ici beaucoup

plus fortes que celles que l'on déduit des pesées directes de l'eau renfermée dans l'air; en d'autres termes, la température t', marquée par le thermomètre mouillé, n'est pas assez abaissée par la vaporisation de l'eau qui se fait à sa surface pour donner dans la formule la véritable force élastique x de la vapeur. Cette circonstance tient évidemment à ce que l'air se trouve beaucoup moins agité qu'à l'extérieur.

» Les expériences inscrites dans le tableau n° V, comparées à celles du tableau n° IV, le prouvent d'une manière tout à fait évidente. Le psychromètre étant placé dans l'amphithéâtre de physique, exactement comme dans les expériences du tableau n° IV, on a ouvert deux grandes fenêtres des deux côtés opposés. Les thermomètres étant placés entre les deux fenêtres, se sont trouvés exposés à un courant d'air assez fort. Les indications de l'appareil se sont immédiatement rapprochées de celles qu'il aurait données à l'air libre.

Tableau n° V. — *Expériences dans l'amphithéâtre de physique, les deux fenêtres opposées ouvertes.*

ASPIRATEUR.	t.	t'.		$t-t'$.	h_0.	p.	$\frac{p}{P}$.	$\frac{x}{f}$.
	°	°	°	°	mm	gr		
N° 2.	17,49	11,54	11,60	5,92	750,97	0,382	0,444	0,469
"	17,21	11,50	11,62	5,65	753,06	0,394	0,468	0,486
"	17,45	11,60	11,71	5,80	752,56	0,389	0,454	0,478
"	13,01	10,05	10,11	2,93	755,73	0,431	0,665	0,683
"	14,05	10,72	10,80	3,29	755,68	0,440	0,636	0,658
"	16,19	11,88	11,95	4,28	755,11	0,450	0,570	0,589
"	16,20	12,25	12,33	3,91	754,70	0,474	0,598	0,623

» Ces expériences démontrent de la manière la plus évidente que la même formule ne peut pas s'appliquer à ces différents cas.

» J'ai cherché à reconnaître si une même formule pouvait être adoptée dans des expériences faites *à l'air libre*, mais sous des pressions très-différentes de l'atmosphère. Il fallait pour cela exécuter dans des localités très-élevées les mêmes expériences que j'avais faites à Paris; ne pouvant pas me livrer moi-même à ces expériences, j'ai prié M. Marié, un de mes élèves, de les exécuter.

» Ce jeune physicien a fait deux séries d'expériences, l'une à Saint-Étienne pendant les mois de mai et juin 1843, sous une pression moyenne du baromètre de 705 millimètres; l'autre, sur le mont Pila, sous une pression de 655 millimètres.

» Les expériences de M. Marié ont été faites par les mêmes méthodes que les miennes, mais elles présentent des irrégularités beaucoup plus grandes. Ces expériences ont eu lieu dans des circonstances peu favorables, les thermomètres ont varié souvent de plusieurs degrés pendant la durée d'une même expérience: il devient alors très-difficile d'évaluer par le calcul la quantité moyenne d'humidité, à moins que les observations des thermomètres ne soient faites à des intervalles de temps très-rapprochés, ce qui malheureusement n'a pas eu lieu dans les expériences de M. Marié.

» Enfin, M. Izarn a bien voulu, de son côté, faire quelques expériences dans les Pyrénées, pendant le mois de juillet 1844. Ces dernières expériences ont été faites en observant, d'un côté, les indications du psychromètre qui a servi aux observations des tableaux n° I, deuxième série, et n° III, et en déterminant, de l'autre côté, le point de saturation de l'air au moyen de mon hygromètre condenseur.

PSYCHROMÈTRE			CONDENSEUR	H_0.	FRACTION DE SATURATION.	
t.	t'.	$t-t'$.	θ.		Condenseur.	Psychromèt.
20°,12	17°,37	2°,75	15°,39	700mm	0,7437	0,7632
20,68	16,77	3,91	15,34	"	0,7157	0,6746
20,56	16,91	3,65	14,99	"	0,7047	0,6937
20,92	18,45	2,47	16,62	"	0,7651	0,7903
20,55	18,29	2,26	16,70	"	0,7864	0,8055
20,32	18,22	2,10	16,63	"	0,7942	0,8177
13,50	11,53	1,97	9,22	"	0,7542	0,7937
13,60	11,56	2,04	9,32	"	0,7548	0,7871
13,44	11,51	1,93	9,37	"	0,7652	0,7975
14,13	11,97	2,16	9,43	"	0,7350	0,7786

» Les expériences de M. Izarn donnent pour $\frac{x}{f}$ des valeurs un peu plus grandes que celles que l'on déduit de l'observation de la température du point de rosée sur le condenseur.

» Les expériences de M. Marié donnent, en général, le même résultat.

» L'ensemble de ces déterminations fait voir qu'en adoptant, pour les observations faites à l'air libre, la formule numérique

$$x = f' - \frac{0,429(t-t')}{610-t'} \cdot h,$$

on obtient des forces élastiques x un peu trop fortes; il suffirait, par conséquent, pour approcher davantage des valeurs réelles, de remplacer le coefficient 0,429 par un coefficient un peu plus grand. Le coefficient 0,480 amène une coïncidence presque complète entre les résultats calculés et les résultats trouvés par l'observation directe, dans les fractions de saturation qui dépassent 0,40; mais il produit une différence plus grande que le coefficient 0,429, et en sens inverse pour des fractions de saturation plus faibles. Il semble résulter de là que le coefficient B de la formule (4) dépend de $(t-t')$; ce qui tient évidemment à ce que l'air enlève proportionnellement plus de vapeur quand il est très-sec que lorsqu'il s'approche de la saturation.

» Pour représenter les déterminations faites dans des espaces clos, comme celles des tableaux nos III et IV, il faudrait adopter un coefficient beaucoup plus élevé.

» Je m'abstiendrai pour le moment d'établir une nouvelle formule du psychromètre, je ne regarde pas les éléments que j'ai à ma disposition comme suffisants : je m'occupe de déterminer par des expériences directes la valeur de λ, c'est-à-dire la chaleur latente que l'eau absorbe en se vaporisant dans de l'air ayant une température déterminée t; la valeur $610-t$, que j'ai posée plus haut, a été admise par induction d'après des expériences nombreuses que j'ai faites sur la chaleur latente de la vapeur aqueuse sous différentes pressions, et que je publierai prochainement. Mais, dans ces expériences, je n'ai jamais opéré sous des pressions de la vapeur plus faibles que $\frac{1}{5}$ d'atmosphère, et celles-ci sont encore beaucoup plus fortes que les tensions que nous trouvons à la vapeur atmosphérique.

» Il conviendra également de faire de nouvelles expériences dans des localités très-élevées, pour s'assurer si le second terme corrige convenablement la formule pour les variations de h.

» Les développements que je viens de donner suffiront pour prouver que la théorie du psychromètre n'est pas aussi simple qu'on l'admet généralement, et que, pour rendre cet instrument réellement utile à la météorologie et à la physique du globe, il faut se livrer à un grand nombre d'expériences directes, dans des circonstances très-variées, pour reconnaître s'il est *possible* de déterminer une formule unique pour le psychromètre, et pour obtenir les éléments nécessaires pour calculer les coefficients.

» Il est à désirer que les physiciens qui s'intéressent aux progrès de la météorologie veuillent bien s'occuper de ces expériences dans des climats différents, et j'espère que la discussion à laquelle je viens de me livrer, et les méthodes que j'ai exposées dans ce Mémoire, pourront leur être de quelque utilité dans leurs recherches. »

OPTIQUE. — *Mémoire sur la vision; par* M. Sturm. (Fin.)

« Il ne sera pas inutile de citer encore à ce sujet quelques observations de M. Plateau, connu par ses recherches ingénieuses sur les apparences visuelles. Il a constaté (*Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, 1834, n° 27), que la vision *ne s'effectue pas d'une manière symétrique dans tous les sens autour de l'axe optique*. Lorsqu'il remarqua ces effets singuliers, il crut d'abord qu'ils résultaient d'une conformation particulière de ses yeux; mais depuis, il a reconnu que des effets semblables se produisent d'une manière plus ou moins prononcée dans la plupart des yeux, sinon dans tous, car il n'a rencontré aucune personne à qui ne réussît au moins l'une des expériences suivantes.

» Sur un carton blanc on trace deux bandes noires qui se coupent à angles droits, ayant une même largeur de 8 à 9 millimètres. On place ce carton dans un lieu bien éclairé, de manière que les deux bandes soient l'une horizontale et l'autre verticale, puis on s'en éloigne d'une vingtaine de pas. A cette distance, la bande horizontale paraît, pour certains yeux, plus large et plus noire que la seconde; pour d'autres yeux, c'est la bande verticale qui paraît plus large et plus noire. Si l'on incline la tête de manière que la ligne qui joint les deux yeux soit verticale, l'effet devient inverse. Si l'on incline la tête d'environ 45 degrés, ou si, la tête restant droite, on tourne le carton de manière que les deux bandes soient également inclinées sur l'horizon, elles paraissent identiques en largeur et en teinte. On obtient des effets analogues en employant une croix blanche sur un fond noir.

» Si l'on regarde un anneau circulaire noir sur un fond blanc, ou blanc sur un fond noir, la largeur de l'anneau étant de 5 millimètres, l'anneau paraît plus large et d'une teinte plus forte en deux points opposés qui, pour certains yeux, occupent le haut et le bas de l'anneau, et pour d'autres les côtés. Chez quelques personnes, ces deux points sont placés aux extrémités d'un diamètre oblique à l'horizon. Si l'on incline la tête, l'effet suit constamment la position des yeux. Plusieurs anneaux concentriques produisent des effets encore plus intenses. Les raies parallèles d'une gravure paraissent aussi plus ou moins espacées et distinctes, suivant leur inclinaison à l'horizon et la distance à laquelle on se place. Enfin, si l'on regarde une gravure dans laquelle deux systèmes de raies semblables se coupent à angles droits, et si l'on l'éloigne graduellement des yeux en la plaçant de manière que les raies soient les unes horizontales, les autres verticales, l'un des deux systèmes cesse avant l'autre d'être distinct.

» La forme que j'ai assignée aux faisceaux lumineux, dans le fond de l'œil,

explique aussi son achromatisme apparent. Diverses expériences de Wollaston, de Young, de Fraunhofer, confirmées par MM. Arago et Dulong, ont démontré positivement que l'œil n'est pas réellement achromatique, c'est-à-dire qu'il *disperse* tout rayon de lumière non homogène. L'absence des bandes irisées dans les images des objets qu'on regarde, excepté dans des cas très-particuliers, est assez généralement attribuée à la ténuité de chaque faisceau lumineux qui passe par l'ouverture de la pupille, et à ce que les rayons inégalement réfrangibles, rencontrant les surfaces des milieux de l'œil sous des incidences presque normales, doivent s'écarter très-peu d'un certain rayon central qui est à peine dévié et dispersé, de sorte que l'image formée sur la rétine (ou dans son épaisseur) n'y occupe qu'un très-petit espace. Je crois rendre cette explication plus complète et plus satisfaisante, en ajoutant que, d'après mes principes, lorsqu'un faisceau très-mince émané d'un point lumineux s'est réfracté et dispersé dans l'œil, l'intervalle focal Ff propre aux rayons simples les moins réfrangibles, et mesuré sur le rayon central le moins dévié, coïncide sensiblement en direction avec un autre intervalle focal $F'f'$ appartenant aux rayons simples les plus réfrangibles, et que ces deux intervalles ont une portion commune $F'f$, autour de laquelle les rayons de couleurs diverses se condensent et se superposent, de manière à recomposer par leur mélange la teinte de l'objet extérieur. Cette superposition des rayons divers diminue l'inconvénient, remarqué plus haut, d'avoir pour un simple point une image sur la rétine plus longue que large, quand les rayons sont homogènes.

» Cette théorie sur la marche des rayons dans l'œil aurait besoin d'être vérifiée par des expériences directes, qui exigeraient, pour être concluantes, des préparations et des mesures assez délicates. Je ne dirai rien ici de mes essais, auxquels je n'ai pas encore apporté la précision nécessaire.

» Je vais maintenant donner les calculs par lesquels on peut déterminer la figure d'un faisceau très-mince de rayons lumineux homogènes émanés d'un point et qui ont traversé différents milieux. D'après le théorème de Malus généralisé, ces rayons, après leur dernière réfraction, sont dirigés suivant les normales d'une certaine surface.

» Considérons donc une surface quelconque s (*voir* la figure ci-dessus) rapportée à trois axes de coordonnées rectangulaires et représentée par une équation

$$z = f(x, y).$$

En posant

$$\frac{dz}{dx} = p, \quad \frac{dz}{dy} = q,$$

les équations de la normale à cette surface en un point quelconque (x, y, z) sont, comme on sait,

$$X - x + p(Z - z) = 0,$$
$$Y - y + q(Z - z) = 0,$$

X, Y, Z étant les coordonnées courantes.

» Si l'on prend pour origine un point O de la surface s, pour axe des z la normale en ce point, et pour axes des x et des y deux droites perpendiculaires entre elles dans le plan tangent au point O, x, y, z, p et q seront nulles pour le point O, et l'on aura, pour la normale OZ,

$$X = 0, \quad Y = 0.$$

» Considérons un autre point M, voisin du point O, et dont les coordonnées soient ξ, η, ζ. Si l'on pose

$$\frac{dp}{dx} = r, \quad \frac{dp}{dy} = s = \frac{dq}{dx}, \quad \frac{dq}{dy} = t,$$

la valeur de p, en passant du point O au point M, deviendra

$$p + \frac{dp}{dx}\xi + \frac{dp}{dy}\eta + \mu,$$

ou

$$r\xi + s\eta + \mu;$$

p étant nulle pour le point O, les valeurs de r, s étant prises pour le point O, et μ désignant une quantité dont le rapport à ξ ou à η tend vers zéro quand ξ et η deviennent infiniment petites.

» De même, la valeur de q pour le point M sera

$$s\xi + t\eta + \nu,$$

s et t se rapportant encore au point O, et ν devenant infiniment petit vis-à-vis de ξ ou η.

» La normale au point M est donc représentée par les deux équations

$$X - \xi + (r\xi + s\eta + \mu)(Z - \zeta) = 0,$$
$$Y - \eta + (s\xi + t\eta + \nu)(Z - \zeta) = 0,$$

qui deviennent

$$X - \xi + (r\xi + s\eta) Z = 0,$$
$$Y - \eta + (s\xi + t\eta) Z = 0,$$

si l'on suppose le point M très-rapproché du point O, en ne prenant que les termes du premier ordre par rapport à ξ et η. On néglige ζ, qui est du deuxième ordre [puisque $\zeta = \frac{1}{2}(r\xi^2 + 2s\xi\eta + t\eta^2) +$ etc.], et qui est d'ailleurs multipliée par des quantités très-petites du premier ordre.

» Si l'on prend pour axes des x et des y les tangentes aux deux sections principales de la surface au point O, on aura

$$s = 0, \quad r = \frac{1}{F}, \quad t = \frac{1}{f},$$

en désignant par F et f les deux rayons de courbure principaux OF et Of de la surface au point O, chacun de ces rayons pouvant être positif ou négatif, selon qu'il est dirigé dans le sens de OZ ou dans le sens contraire ; et les équations de la normale au point M deviendront

$$X = \xi\left(1 - \frac{Z}{F}\right), \quad Y = \eta\left(1 - \frac{Z}{f}\right).$$

Cette normale rencontre le plan ZOX en un point pour lequel

$$Y = 0, \quad Z = f \quad \text{et} \quad X = \xi\left(1 - \frac{f}{F}\right),$$

et le plan ZOY en un autre point pour lequel

$$X = 0, \quad Y = F \quad \text{et} \quad Y = \eta\left(1 - \frac{F}{f}\right),$$

d'où l'on voit qu'elle coupe la droite cfc' parallèle à OX menée par le centre de courbure f, en un point dont la distance à ce point f est proportionnelle à ξ, et qu'elle coupe aussi la droite CFC′ parallèle à OY menée par l'autre centre de courbure F, et à une distance de F proportionnelle à η. Cette normale en M est donc dirigée suivant l'intersection de deux plans passant par le point M et par les deux droites cfc' et CFC′. Ainsi les normales ou les rayons de lumière qui passent par les différents points d'un contour très-petit, tracé autour du point O sur la surface ou sur son plan tangent, s'appuient toujours sur les deux droites fixes cfc' et CFC′, et forment une surface réglée dont il est aisé d'avoir l'équation. En supposant que ce petit contour ou diaphragme soit un cercle ayant pour centre le point O et pour rayon δ, on aura l'équa-

tion de cette surface réglée en éliminant ξ et η entre les équations de la normale Mm,

$$X = \xi\left(1 - \frac{Z}{F}\right), \quad Y = \eta\left(1 - \frac{Z}{f}\right),$$

et celle du cercle

$$\xi^2 + \eta^2 = \delta^2,$$

ce qui donne

$$\frac{X^2}{\delta^2\left(1 - \frac{Z}{F}\right)^2} + \frac{Y^2}{\delta^2\left(1 - \frac{Z}{f}\right)^2} = 1.$$

» En faisant Z constante, on voit que toute section aob de la surface réglée perpendiculaire à l'axe OZ est une ellipse dont les demi-axes situés dans les deux plans principaux de la surface s sont

$$\delta\left(1 - \frac{Z}{F}\right) \quad \text{et} \quad \delta\left(1 - \frac{Z}{f}\right), \quad \text{ou} \quad \delta.\frac{oF}{OF} \quad \text{et} \quad \delta.\frac{oF}{Of},$$

et dont l'aire est

$$\pi\delta^2.\left(1 - \frac{Z}{F}\right)\left(1 - \frac{Z}{f}\right), \quad \text{ou} \quad \pi\delta^2.\frac{oF.of}{OF.Of},$$

de sorte que cette aire varie comme le rectangle oF.of. L'aire maximum entre F et f répond au milieu de l'intervalle Ff, et a pour valeur

$$\pi\delta^2.\frac{(F-f)^2}{4Ff}.$$

A chacun des points F et f, la section se réduit à une ligne droite. La section devient un cercle quand on a

$$1 - \frac{Z}{F} = \frac{Z}{f} - 1, \quad \text{ou} \quad \frac{F - Z}{F} = \frac{Z - f}{f},$$

c'est-à-dire

$$oF : of :: OF : Of.$$

Son rayon est

$$\delta.\left(\frac{F-f}{F+f}\right),$$

et son aire

$$\pi\delta^2.\left(\frac{F-f}{F+f}\right)^2.$$

» On voit, au reste, que la normale Mm à la surface s en un point quelconque M (ξ, η, ζ) infiniment voisin du point O coïncide en direction avec la normale au paraboloïde osculateur représenté par l'équation

$$\zeta = \frac{1}{2}(r\xi^2 + t\eta^2) \quad \text{ou} \quad \zeta = \frac{1}{2}\left(\frac{\xi^2}{F} + \frac{\eta^2}{f}\right),$$

en négligeant les infiniment petits du deuxième ordre dans l'équation de la normale.

» La considération de deux normales infiniment voisines conduit de la manière la plus simple aux théorèmes sur la courbure des surfaces, qui complètent ce qu'on peut dire sur la forme d'un petit faisceau de normales.

» En prenant, comme plus haut, pour axe des z la normale OZ au point O d'une surface s, la normale Mm en un point M situé à une distance infiniment petite δ du point O, et qui a pour coordonnées ξ, η, ζ, a pour équations

$$X - \xi + (r\xi + s\eta)Z = 0,$$
$$Y - \eta + (s\xi + t\eta)Z = 0$$

(en ne supposant pas encore $s = 0$).

» En désignant par φ l'angle que le plan ZOM fait avec le plan ZOX, on a

$$\xi = \delta \cos\varphi, \quad \eta = \delta \sin\varphi.$$

Le point M étant donné, la position de la normale en ce point sera déterminée, si l'on connaît l'angle infiniment petit μ que cette normale Mm fait avec sa projection sur le plan ZOM et l'angle ν que cette projection fait avec OZ. Le premier angle est le complément (positif ou négatif) de l'angle que la normale Mm fait avec la perpendiculaire au plan ZOM menée par le point M (dans l'angle MOX). Si l'on appelle c le cosinus de l'angle que la normale Mm fait avec l'axe OZ, on aura, d'après les équations de cette normale, pour les cosinus des angles qu'elle fait avec les trois axes OX, OY, OZ, les valeurs

$$-c(r\xi + s\eta), \quad -c(s\xi + t\eta) \quad \text{et} \quad c,$$

ou

$$-c\delta(r\cos\varphi + s\sin\varphi), \quad -c\delta(s\cos\varphi + t\sin\varphi) \quad \text{et} \quad c.$$

La perpendiculaire au plan ZOM (menée dans l'angle MOX) fait avec les

mêmes axes des angles dont les cosinus sont

$$\sin\varphi, \quad -\cos\varphi \text{ et } 0.$$

» Donc, d'après la formule qui donne le cosinus de l'angle de deux droites, et en négligeant toujours les infiniment petits du second ordre, auquel cas $c = 1$, on aura

$$\sin\mu \text{ ou } \mu = \delta\left[(t-r)\sin\varphi\cos\varphi + s(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi)\right],$$

ou

$$\mu = \tfrac{1}{2}\delta\left[(t-r)\sin 2\varphi + 2s\cos 2\varphi\right].$$

Si l'on considère un autre plan normal ZOM′, perpendiculaire au plan ZOM, la normale à la surface s, au point M′, fera, avec ce plan ZOM′, un angle μ' dont la valeur se déduira de celle de μ, en y remplaçant φ par $\varphi \pm \frac{\pi}{2}$, ce qui donne $\mu' = -\mu$, les deux longueurs infiniment petites OM, OM′, tangentes à la surface S, étant supposées égales et perpendiculaires entre elles. Ces angles μ et μ' étant de signes contraires, il doit exister, en vertu de la loi de continuité, entre OM et OM′ une direction intermédiaire ON telle, que la normale correspondante Nn se trouve dans le plan normal mené suivant cette direction; elle est déterminée par l'équation

$$\mu = 0 \text{ ou } (t-r)\sin 2\varphi + 2s\cos 2\varphi = 0,$$

d'où

$$\tan 2\varphi = \frac{2s}{r-t}.$$

La direction perpendiculaire à celle-là jouit de la même propriété, et, pour toute autre direction, μ ne sera pas nul, de sorte que la plus courte distance de la normale Mm à la normale OZ ne sera pas infiniment petite par rapport à OM.

» On voit même que les normales aux points M et M′ étant dirigées toutes deux en dedans ou en dehors de l'angle dièdre des deux plans rectangulaires ZOM, ZOM′, il y aura toujours entre ces deux plans une normale, et une seule, qui sera rigoureusement dans un même plan avec OZ, et coupera OZ, quand même on ne négligera rien dans le calcul, pourvu que la distance δ soit suffisamment petite.

» Ces propriétés, trouvées par M. Bertrand d'une autre manière, caractérisent, comme il l'a fait voir, un système de droites normales à une même

surface, et l'ont conduit à des conséquences remarquables. (Journal de M. Liouville, tome IX, page 133) [*].

» Si l'on prend l'axe OX suivant cette direction ON, φ désignera l'angle que fait avec ON la direction quelconque OM, et il faudra qu'on ait $\mu = 0$ pour $\varphi = 0$, ce qui donne $s = 0$; la valeur générale de μ devient alors

$$\mu = \frac{1}{2}\delta(t - r).\sin 2\varphi$$

(r et t désignant les valeurs de $\frac{d^2z}{dx^2}$, $\frac{d^2z}{dy^2}$ pour le point O par rapport aux nouveaux axes).

» Il est donc prouvé qu'on peut toujours mener par la normale OZ deux plans perpendiculaires entre eux, tels qu'en prenant ces plans avec le plan tangent XOY pour plans coordonnés, on ait, pour le point O, s ou $\frac{d^2z}{dx\,dy} = 0$. Ces plans déterminent les deux sections principales de la surface s.

» La projection de la normale quelconque Mm sur le plan ZOM fait avec OZ un angle ν dont la tangente est égale au cosinus de l'angle que la direction Mm fait avec OM divisé par le cosinus de l'angle que Mm fait avec OZ (car cette projection aurait pour équation

$$X - \xi = (Z - \zeta)\,\text{tang}\,\nu,$$

---

[*] M. Bertrand a démontré (page 143) que pour que des droites dont la direction est donnée en fonction des coordonnées d'un quelconque de leurs points, soient normales à une surface (ou à une série de surfaces), il faut et il suffit qu'en prenant un point quelconque O dans l'espace et la droite OZ correspondante à ce point, puis portant perpendiculairement à OZ deux longueurs infiniment petites OM, OM′, égales et perpendiculaires entre elles, la droite correspondante au point M fasse avec le plan ZOM un angle égal à celui que la droite correspondante au point M′ fait avec le plan ZOM′.

J'ajouterai à cette proposition la suivante, qui la comprend et la complète :

Si l'on considère un système de lignes droites disposées dans l'espace suivant une loi analytique quelconque et qui ne puissent être normales à aucune surface, en prenant un point quelconque O dans l'espace et la droite OZ correspondante à ce point, puis portant perpendiculairement à OZ deux longueurs infiniment petites OM, OM′, égales et perpendiculaires entre elles, les angles infiniment petits μ et μ' que feront la droite correspondante au point M avec le plan ZOM, et la droite correspondante au point M′ avec le plan ZOM′, auront leur somme (*algébrique*) $\mu + \mu'$ différente de zéro et constante, quelles que soient les directions des deux lignes OM, OM′, pourvu qu'elles soient toujours égales, perpendiculaires l'une à l'autre et à OZ au même point O. La somme $\mu + \mu'$ est nulle dans le seul cas où les droites du système sont normales à une même surface.

si l'on prenait le plan ZOM pour plan des z, x). Ce dernier cosinus diffère infiniment peu de l'unité, et ν est infiniment petit; donc

$$\nu = \cos \mathrm{OM}m.$$

Or, la droite Mm fait, avec les axes OX, OY, OZ, des angles dont les cosinus sont

$$-c\delta(r\cos\varphi + s\sin\varphi), \quad -c\delta(s\cos\varphi + t\sin\varphi) \text{ et } c.$$

Pour la droite MO, les cosinus sont

$$-\cos\varphi, \quad -\sin\varphi \text{ et } 0.$$

Donc, en posant $c = 1$, on a

$$\cos \mathrm{OM}m, \quad \text{ou} \quad \nu = \delta(r\cos^2\varphi + 2s\sin\varphi\cos\varphi + t\sin^2\varphi).$$

» Le plan qui projette la normale Mm à la surface s, sur le plan ZOM, est normal en M à la courbe suivant laquelle le plan ZOM coupe la surface s; il rencontre la normale OZ en un point qui est, comme on sait, le centre de courbure de cette courbe; conséquemment, le rayon de courbure ρ de cette section normale ZOM est

$$\rho = \frac{\delta}{\nu} = \frac{1}{r\cos^2\varphi + 2s\sin\varphi\cos\varphi + t\sin^2\varphi}.$$

Si l'on prend pour axes des x et y les tangentes aux deux *sections principales*, on a

$$s = 0,$$

et

$$\rho = \frac{1}{r\cos^2\varphi + t\sin^2\varphi}, \quad \text{ou} \quad \frac{1}{\rho} = r\cos^2\varphi + t\sin^2\varphi.$$

En faisant $\varphi = 0$ et $\varphi = \frac{\pi}{2}$, on aura les rayons de courbure F et f des deux sections principales

$$\mathrm{F} = \frac{1}{r}, \quad f = \frac{1}{t},$$

puis on obtient la formule d'Euler

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\cos^2\varphi}{\mathrm{F}} + \frac{\sin^2\varphi}{f}.$$

F et f sont les rayons du plus grand et du plus petit cercle de courbure.

» L'angle infiniment petit μ devient aussi

$$\mu = \tfrac{1}{2}\delta.\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{F}\right).\sin 2\varphi.$$

» On peut encore trouver le rayon de courbure ρ de la section normale faite par le plan ZOM et l'angle ν de cette autre manière; ρ est le rayon du cercle osculateur en O, qui a son centre sur la normale OZ, et qui passe par le point M(ξ, η, ζ); ce rayon est donc égal à $\frac{1}{2}\mathrm{OM}^2$ divisé par la projection de la droite infiniment petite OM sur OZ, c'est-à-dire égal à $\frac{\delta^2}{2\zeta}$. Or on a

$$\zeta = \tfrac{1}{2}(r\xi^2 + 2s\xi\eta + t\eta^2) = \tfrac{1}{2}\delta^2(r\cos^2\varphi + 2s\sin\varphi\cos\varphi + t\sin^2\varphi);$$

donc

$$\rho = \frac{1}{r\cos^2\varphi + 2s\sin\varphi\cos\varphi + t\sin^2\varphi},$$

et quand $s = 0$,

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\cos^2\varphi}{F} + \frac{\sin^2\varphi}{f}.$$

D'ailleurs l'angle $\nu = \frac{\delta}{\rho} = \delta\left(\frac{\cos^2\varphi}{F} + \frac{\sin^2\varphi}{f}\right)$.

» En faisant ζ constante, l'équation $\zeta = \frac{1}{2}(r\xi^2 + 2s\xi\eta + t\eta^2)$ représente la section faite dans la surface s par un plan parallèle au plan tangent XOY à la distance infiniment petite ζ. Cette courbe ou sa projection sur le plan tangent est une ellipse ou une hyperbole qu'on appelle l'*indicatrice* de la surface pour le point O. Les rayons de courbure des différentes sections normales sont proportionnels aux carrés des demi-diamètres correspondants de cette conique ou d'une conique semblable de grandeur finie.

» La projection de la normale Mm sur le plan XOY a pour équation

$$\frac{Y - \eta}{X - \xi} = \frac{s\xi + t\eta}{r\xi + s\eta},$$

ou, quand $s = 0$,

$$\frac{Y - \eta}{X - \xi} = \frac{t\eta}{r\xi} = \frac{F}{f}\operatorname{tang}\varphi;$$

d'où l'on conclut que la normale Mm se trouve dans le plan normal à la conique indicatrice passant par le point M, et qu'ainsi la plus courte distance de Mm à OZ est une droite égale et parallèle à la perpendiculaire abaissée du

centre de l'indicatrice ou du point O sur sa normale au point M. L'intersection du plan tangent à la surface s au point M avec le plan tangent au point O coïncide aussi avec cette même direction, qui est celle du diamètre conjugué de OM, le plan tangent en M ayant pour équation (quand $s = 0$)

$$Z - \zeta = r\xi(X - \xi) + t\eta(Y - \eta).$$

» Il me reste à faire voir comment, en considérant un faisceau de rayons homogènes qui, après avoir subi plusieurs réfractions, se trouvent normaux à une certaine surface, on peut déterminer, sur chaque rayon, les deux points (ou foyers F et f) où il est rencontré par des rayons infiniment voisins, et les deux plans qui contiennent ce rayon et les rayons infiniment voisins susceptibles de le couper. Ces deux points, qui appartiennent à la surface caustique formée par les intersections successives des rayons, sont, pour le rayon considéré, les centres du plus grand et du plus petit cercle de courbure de la surface à laquelle les rayons sont normaux. Les plans passant par les rayons consécutifs qui se coupent sont ceux des sections principales de cette surface; ce sont aussi les plans tangents aux deux séries de surfaces développables se coupant partout à angles droits, dans lesquelles le faisceau se décompose.

» J'ai déjà traité cette question dans un Mémoire inséré au Journal de M. Liouville (numéro de juillet 1838). M. Bertrand est parvenu, dans le numéro d'avril 1844, par une méthode géométrique qui lui est propre, à des formules semblables aux miennes. Voici une nouvelle solution analytique qui me paraît assez simple et qui conduit à des formules un peu plus générales.

» Il faut d'abord remarquer que si des rayons sont normaux à une même surface, ils sont aussi normaux à toutes les surfaces en nombre infini qu'on forme en portant sur ces rayons une longueur constante et arbitraire à partir de la surface normale primitive.

» Concevons un faisceau de rayons homogènes normaux à une surface s et réfractés à la rencontre d'une autre surface quelconque S suivant la loi ordinaire. Les rayons réfractés seront aussi normaux à une nouvelle surface s' ou plutôt à une infinité de surfaces s' qu'on forme en prenant, sur la direction de chaque rayon réfracté à partir de la surface de séparation S, une longueur qui soit à celle du rayon incident comprise entre S et s, augmentée ou diminuée d'une quantité constante, dans le rapport constant du sinus de l'angle de réfraction au sinus de l'angle d'incidence. (*Voir* mon Mémoire cité.)

» Considérons un rayon incident quelconque et le rayon réfracté corres-

pondant. Soient a, b, c les cosinus des angles que la normale à la surface séparatrice S au point d'incidence fait avec trois axes rectangulaires OX, OY, OZ.

» Soient α, 6, γ et α', $6'$, γ' les cosinus des angles que le rayon incident et le rayon réfracté font avec les mêmes axes.

» Il faut exprimer d'abord que ces trois droites se trouvent dans un même plan. En appelant θ l'angle d'incidence et θ' l'angle de réfraction, la perpendiculaire au plan qui passe par la normale à la surface S, et par le rayon incident, fait, avec les axes, des angles dont les cosinus sont

$$\frac{b\gamma - c6}{\sin\theta}, \quad \frac{c\alpha - a\gamma}{\sin\theta}, \quad \frac{a6 - b\alpha}{\sin\theta}.$$

De même, la perpendiculaire au plan qui passe par la normale à la surface S et par le rayon réfracté, fait, avec les axes, des angles dont les cosinus sont

$$\frac{b\gamma' - c6'}{\sin\theta'}, \quad \frac{c\alpha' - a\gamma'}{\sin\theta'}, \quad \frac{a6' - b\alpha'}{\sin\theta'}.$$

On exprime que ces perpendiculaires coïncident et sont dirigées dans le même sens, en posant

$$\frac{b\gamma - c6}{\sin\theta} = \frac{b\gamma' - c6'}{\sin\theta'}, \quad \frac{c\alpha - a\gamma}{\sin\theta} = \frac{c\alpha' - a\gamma'}{\sin\theta'}, \quad \frac{a6 - b\alpha}{\sin\theta} = \frac{a6' - b\alpha'}{\sin\theta'}.$$

De plus, en représentant par $\frac{\lambda}{\lambda'}$ le rapport constant du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction, on a

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta'} = \frac{\lambda}{\lambda'}.$$

Ces équations donnent les suivantes

$$\frac{b\gamma - c6}{\lambda} = \frac{b\gamma' - c6'}{\lambda'}, \quad \frac{c\alpha - a\gamma}{\lambda} = \frac{c\alpha' - a\gamma'}{\lambda'}, \quad \frac{a6 - b\alpha}{\lambda} = \frac{a6' - b\alpha'}{\lambda'},$$

dont deux, en y joignant $\alpha'^2 + 6'^2 + \gamma'^2 = 1$, suffisent pour déterminer α' $6'$ γ', c'est-à-dire la direction du rayon réfracté, quand on connaît celles du rayon incident et de la normale à S. Les relations qui existent entre ces trois directions sont donc toutes exprimées par les deux équations

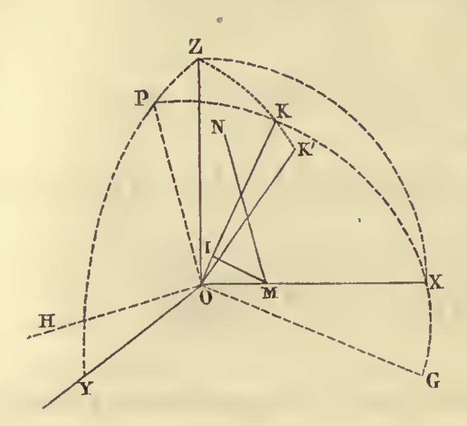
$$\frac{1}{\lambda}(a\gamma - c\alpha) = \frac{1}{\lambda'}(a\gamma' - c\alpha'),$$

$$\frac{1}{\lambda}(b\gamma - c\beta) = \frac{1}{\lambda'}(b\gamma' - c\beta').$$

Si l'on considère sur la surface S un autre point d'incidence infiniment voisin du premier, les cosinus a, b, c, α, etc., prendront, en passant du premier point au second, des accroissements simultanés da, db, etc., et l'on aura, en différentiant les deux équations précédentes,

$$\frac{1}{\lambda}(\gamma da + a d\gamma - c d\alpha - \alpha dc) = \frac{1}{\lambda'}(\gamma' da + a d\gamma' - c d\alpha' - \alpha' dc),$$

$$\frac{1}{\lambda}(\gamma db + b d\gamma - c d\beta - \beta dc) = \frac{1}{\lambda'}(\gamma' db + b d\gamma' - c d\beta' - \beta' dc).$$



» Prenons maintenant pour origine des axes coordonnés le premier point d'incidence O, pour axe des z la normale OZ à la surface séparatrice S, pour plan des xz le plan ZOM qui passe par cette normale OZ et par le second point d'incidence M, qu'on pourra alors regarder comme situé sur l'axe OX. On aura, pour ce système d'axes,

$$a = 0, \quad b = 0, \quad c = 1, \quad \gamma = \cos\theta, \quad \gamma' = \cos\theta',$$

et aussi $dc = 0$, à cause de la relation $a^2 + b^2 + c^2 = 1$, qui donne

$$a da + b db + c dc = 0.$$

Les quatre équations précédentes deviendront

$$\frac{\alpha}{\lambda}=\frac{\alpha'}{\lambda'},\quad \frac{6}{\lambda}=\frac{6'}{\lambda'},$$

$$\left.\begin{aligned}\frac{1}{\lambda}(\gamma da-d\alpha)&=\frac{1}{\lambda'}(\gamma' da-d\alpha'),\\ \frac{1}{\lambda}(\gamma db-d6)&=\frac{1}{\lambda'}(\gamma' da-d6').\end{aligned}\right\}\quad (a)$$

Il faut trouver maintenant les valeurs géométriques de da, db, $d\alpha$, etc.

» Lorsque les axes sont quelconques, le rapport $\frac{a}{c}$, relatif à la normale au point O de la surface S, est égal, comme on sait, à la tangente de l'angle que fait, avec l'axe des z, la projection de cette normale sur le plan des z, x. Pour les axes actuels, la normale étant OZ, ce rapport $\frac{a}{c}$ est égal à zéro, puisque $a=0$ et $c=1$; pour la normale infiniment voisine MN, la quantité analogue est $\frac{a+da}{c+dc}$, qui se réduit à da et qui est égale à la tangente de l'angle infiniment petit que fait avec OZ la projection de la normale MN sur le plan ZOX, ou à cet angle même. Or, cet angle est aussi égal à $\frac{\delta}{\rho}$, en désignant par δ la distance infiniment petite OM, et par ρ le rayon de courbure de la section normale faite dans la surface S par le plan ZOX. Car le centre de courbure de cette section est le point de rencontre de la normale OZ avec le plan normal à la courbe OM au point M, et ce plan normal est celui qui projette la normale MN sur le plan ZOM.

» On a donc

$$da=\frac{\delta}{\rho}.$$

D'ailleurs la formule d'Euler donne

$$\frac{1}{\rho}=\frac{\cos^2\omega}{R}+\frac{\sin^2\omega}{r},$$

en appelant R et r les deux rayons de courbure principaux de la surface S pour le point O, et ω l'angle que le plan ZOX fait avec le plan de la section principale de S qui a la moindre courbure $\frac{1}{R}$.

» Ainsi

$$da=\frac{\delta}{\rho}=\delta.\left(\frac{\cos^2\omega}{R}+\frac{\sin^2\omega}{r}\right).$$

La normale MN fait avec l'axe OY un angle dont le cosinus est $b+db$ ou

simplement db, puisque $b=0$. Mais cet angle est le complément de l'angle infiniment petit que cette normale fait avec le plan ZOX, et qui a pour valeur

$$\tfrac{1}{2}\delta.\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)\sin 2\omega.$$

On a donc

$$db=\tfrac{1}{2}\delta.\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)\sin 2\omega.$$

Pour évaluer $d\alpha$ et $d\beta$, concevons, dans le plan KOX mené par le rayon incident OK et le point M, la droite OG perpendiculaire au rayon incident OK, puis OH perpendiculaire à ce plan KOX. Désignons par g, h, k les angles que fait, avec ces trois droites rectangulaires OG, OH, OK, un rayon incident quelconque; α désignant le cosinus de l'angle que ce rayon quelconque fait avec la ligne OX, on aura, d'après la formule qui donne le cosinus de l'angle de deux droites rapportées à trois axes rectangulaires,

$$\alpha=g\cos \mathrm{GOX}+h\cos \mathrm{HOX}+k\cos \mathrm{KOX},$$

ou

$$\alpha=g\sin \mathrm{KOX}+k\cos \mathrm{KOX},$$

la ligne OX faisant avec les axes rectangulaires OG, OH, OK, des angles dont les cosinus sont respectivement

$$\sin \mathrm{KOX},\quad 0,\quad \cos \mathrm{KOX}.$$

β étant le cosinus de l'angle que le même rayon incident fait avec OY, on aura pareillement

$$\beta=g\cos \mathrm{GOY}+h\cos \mathrm{HOY}+k\cos \mathrm{KOY}.$$

Pour un rayon incident infiniment voisin, on aura (les axes OG, OH, OK restant fixes, ainsi que OX, OY, OZ)

$$d\alpha=dg.\sin \mathrm{KOX}+dk\cos \mathrm{KOX},$$
$$d\beta=dg.\cos \mathrm{GOY}+dh\cos \mathrm{HOY}+dk\cos \mathrm{KOY}.$$

Si ces deux rayons incidents sont ceux qui tombent aux points O et M, on aura

$$g=0,\quad h=0,\quad k=1,$$

puis $dk=0$, à cause de $gdg+hdh+kdk=0$.

» Si l'on considère, parmi toutes les surfaces s normales aux rayons incidents, celle qui passe par le point M et qui coupera OK en un point I, dg est (comme on l'a vu pour da) égal à l'angle que fait avec OK la projection du rayon incident en M sur le plan KOM, ou égal à la ligne infiniment petite OI ou $\delta \sin$ KOX, divisée par le rayon de courbure de la section normale faite dans cette surface-là par le plan KOM. Mais ce rayon diffère infiniment peu du rayon ν de la section faite par le plan KOM dans la surface normale aux rayons incidents qui passe par le point O; la valeur inverse de ce rayon ν est

$$\frac{1}{\nu} = \frac{\cos^2\varphi}{F} + \frac{\sin^2\varphi}{f},$$

en désignant par F et f les deux rayons de courbure principaux de la surface s pour le point O, et par φ l'angle que le plan KOM normal à s fait avec la section principale de s dont la courbure est $\frac{1}{F}$.

» On a donc, en désignant par τ l'angle KOX,

$$dg = \frac{\delta \sin\tau}{\nu} = \delta \sin\tau \left(\frac{\cos^2\varphi}{R} + \frac{\sin^2\varphi}{r}\right);$$

et conséquemment

$$d\alpha = \frac{\delta \sin^2\tau}{\nu} = \delta \sin^2\tau \left(\frac{\cos^2\varphi}{F} + \frac{\sin^2\varphi}{f}\right),$$

dk étant nulle.

» La quantité $h + dh$, ou simplement dh, puisque h est nul, est le cosinus de l'angle que le rayon incident en M fait avec OH, ou le sinus de l'angle infiniment petit que ce rayon fait avec sa projection sur le plan KOM. Donc dh est égal à cet angle, qui a pour valeur

$$\frac{1}{2}\,\mathrm{MI}\left(\frac{1}{f-\mathrm{OI}} - \frac{1}{F-\mathrm{OI}}\right)\sin 2\varphi,$$

car $F - \mathrm{OI}$ et $f - \mathrm{OI}$ sont les rayons de courbure principaux de la surface s, normale aux rayons incidents, qui passe par le point M et qui a les mêmes plans principaux que celle qui passe par le point O. Comme on doit négliger les infiniment petits du second ordre, et que $\mathrm{MI} = \delta \sin \mathrm{KOX} = \delta \sin\tau$, la valeur de dh sera

$$dh = \frac{1}{2}\delta \sin\tau \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{F}\right)\sin 2\varphi.$$

» Si le plan KOX coupe le plan ZOY suivant OP, on aura dans l'angle

trièdre rectangle formé par les trois droites OG, OY, OP,

$$\cos \mathrm{GOY} = \cos \mathrm{GOP} \cos \mathrm{YOP} = -\cos \mathrm{KOX} \sin \mathrm{ZOP}.$$

» L'angle ZOP n'est autre chose que l'angle dièdre ZXK des plans ZOX, KOX. Or, on a, dans l'angle trièdre formé par les trois droites OZ, OX, OK,

$$\cos \mathrm{KOX} = \cos \mathrm{ZOX} \cos \mathrm{ZOK} + \sin \mathrm{ZOX} \sin \mathrm{ZOK} \cos \mathrm{KZX},$$

ou

$$\cos \mathrm{KOX} = \sin \theta \cos \varepsilon,$$

en appelant ε l'angle dièdre KZX, que le plan ZOM fait avec le plan OZKK' qui contient le rayon incident OK et le rayon réfracté correspondant OK'. On a encore

$$\sin \mathrm{ZXK} \text{ ou } \sin \mathrm{ZOP} : \sin \mathrm{KZX} :: \sin \mathrm{ZOK} : \sin \mathrm{KOX},$$

ou

$$\sin \mathrm{ZOP} = \frac{\sin \theta \sin \varepsilon}{\sin \tau}.$$

De là résulte

$$\cos \mathrm{GOY} = -\cos \mathrm{KOX} \sin \mathrm{ZOP} = -\frac{\sin^2 \theta \sin \varepsilon \cos \varepsilon}{\sin \tau},$$

et le terme $dg \cos \mathrm{GOY}$, dans la valeur de $d\beta$, devient

$$-\tfrac{1}{2}\delta.\left(\frac{\cos^2 \varphi}{\mathrm{R}} + \frac{\sin^2 \varphi}{r}\right) \sin^2 \theta \sin 2\varepsilon.$$

» L'angle HOY est aussi égal à l'angle dièdre des plans ZOX, KOX, ou à ZOP, et le même trièdre OZXK, ou bien le trièdre OZKP, donne

$$\cos \mathrm{ZOK} = \sin \mathrm{KOX} \cos \mathrm{ZOP} \text{ ou } \cos \theta = \sin \tau \cos \mathrm{HOY}.$$

Le terme $dh \cos \mathrm{HOY}$, dans la valeur de $d\beta$, devient ainsi

$$\tfrac{1}{2}\delta\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{\mathrm{F}}\right) \sin 2\varphi \cos \theta,$$

de sorte qu'on a

$$d\beta = -\tfrac{1}{2}\delta\left(\frac{\cos^2 \varphi}{\mathrm{R}} + \frac{\sin^2 \varphi}{r}\right) \sin^2 \theta \sin 2\varepsilon + \tfrac{1}{2}\delta\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{\mathrm{F}}\right) \sin 2\varphi \cos \theta.$$

On aura de même les valeurs de $d\alpha'$ et $d\beta'$ qui se rapportent au rayon réfracté OK', en désignant par F', f', φ' et τ', pour ce rayon, les quantités ana-

logues à celles que nous avons appelées F, f, φ et τ pour le rayon incident OK; les angles dièdres ε et ω sont les mêmes pour les deux rayons, et l'on a les relations

$$\cos\tau = \sin\theta\cos\varepsilon, \quad \cos\tau' = \sin\theta'\cos\varepsilon.$$

» En mettant toutes ces valeurs dans les deux équations ci-dessus (a), on obtient d'abord la formule

$$\frac{1}{\lambda}\left(\frac{\cos\theta}{\rho} - \frac{\sin^2\tau}{\nu}\right) = \frac{1}{\lambda'}\left(\frac{\cos\theta'}{\rho} - \frac{\sin^2\tau'}{\nu'}\right),$$

ou bien

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{\lambda}\left[\left(\frac{\cos^2\omega}{R} + \frac{\sin^2\omega}{r}\right)\cos\theta - \left(\frac{\cos^2\varphi}{F} + \frac{\sin^2\varphi}{f}\right)\sin^2\tau\right] \\ = &\frac{1}{\lambda'}\left[\left(\frac{\cos^2\omega}{R} + \frac{\sin^2\omega}{r}\right)\cos\theta' - \left(\frac{\cos^2\varphi'}{F'} + \frac{\sin^2\varphi'}{f'}\right)\sin^2\tau'\right]. \end{aligned}\right\} \quad (b)$$

C'est la formule (32) de mon premier Mémoire; elle établit une relation entre les rayons de courbure des sections normales faites dans les trois surfaces S, s, s', par trois plans dont la ligne d'intersection commune OM est prise à volonté sur le plan tangent à S.

» On trouve ensuite

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{\lambda}\left[\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)\sin 2\omega\cos\theta - \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{F}\right)\sin 2\varphi\cos\theta + \left(\frac{\cos^2\varphi}{F} + \frac{\sin^2\varphi}{f}\right)\sin 2\varepsilon\sin^2\theta\right] \\ = &\frac{1}{\lambda'}\left[\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)\sin 2\omega\cos\theta' - \left(\frac{1}{f'} - \frac{1}{F'}\right)\sin 2\varphi'\cos\theta' + \left(\frac{\cos^2\varphi'}{F'} + \frac{\sin^2\varphi'}{f'}\right)\sin 2\varepsilon\sin^2\theta'\right]. \end{aligned}\right\} (c)$$

Pour chaque direction arbitraire de OM, on aura deux équations semblables.

» Si l'on prend la ligne OMX suivant l'intersection du plan tangent à la surface S avec le plan OZKK' qui contient la normale OZ et les rayons incident et réfracté OK, OK', les angles τ et τ' deviendront les compléments de θ et θ', et la formule (b) donnera

$$\frac{1}{\lambda}\left(\frac{\cos\theta}{\rho} - \frac{\cos^2\theta}{\nu}\right) = \frac{1}{\lambda'}\left(\frac{\cos\theta'}{\rho} - \frac{\cos^2\theta'}{\nu'}\right),$$

ou

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{\lambda}\left[\left(\frac{\cos^2\omega}{R} + \frac{\sin^2\omega}{r}\right)\cos\theta - \left(\frac{\cos^2\varphi}{F} + \frac{\sin^2\varphi}{f}\right)\cos^2\theta\right] \\ = &\frac{1}{\lambda'}\left[\left(\frac{\cos^2\omega}{R} + \frac{\sin^2\omega}{r}\right)\cos\theta' - \left(\frac{\cos^2\varphi'}{F'} + \frac{\sin^2\varphi'}{f'}\right)\cos^2\theta'\right]. \end{aligned}\right\} \quad (d)$$

ρ, ν et ν' sont maintenant les rayons de courbure des sections faites dans les

trois surfaces S, s, s', par le plan ZOK qui leur est normal, et ω, φ, φ' sont les angles que ce plan fait avec les plans des sections principales ou des plus grands cercles de courbure de ces mêmes surfaces.

» Si l'on suppose, en second lieu, OM perpendiculaire au plan ZOK, les angles τ, τ' seront droits, et il faudra augmenter de $\frac{\pi}{2}$ les angles ω, φ et φ' qui viennent d'être définis. Alors la formule (b) donnera

$$\frac{1}{\lambda}\left(\frac{\cos\theta}{\rho_1}-\frac{1}{u}\right)=\frac{1}{\lambda'}\left(\frac{\cos\theta'}{\rho_1}-\frac{1}{u'}\right),$$

ou

$$\left.\begin{aligned}&\frac{1}{\lambda}\left[\left(\frac{\sin^2\omega}{R}+\frac{\cos^2\omega}{r}\right)\cos\theta-\left(\frac{\sin^2\varphi}{F}+\frac{\cos^2\varphi}{f}\right)\right]\\ &=\frac{1}{\lambda'}\left[\left(\frac{\sin^2\omega}{R}+\frac{\cos^2\omega}{r}\right)\cos\theta'-\left(\frac{\sin^2\varphi'}{F'}+\frac{\cos^2\varphi'}{f'}\right)\right].\end{aligned}\right\}\quad(e)$$

ρ_1, u et u' sont ici les rayons de courbure des sections normales faites dans les surfaces S, s, s' par les plans qui passent par leur tangente commune perpendiculaire au plan ZOK. On sait d'ailleurs que

$$\frac{1}{\rho}+\frac{1}{\rho_1}=\frac{1}{R}+\frac{1}{r},\qquad \frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{F}+\frac{1}{f},\qquad \frac{1}{v'}+\frac{1}{u'}=\frac{1}{F'}+\frac{1}{f'}.$$

Ces équations (d) et (e) sont les formules (33) et (34) de mon premier Mémoire, et (c), (e) de M. Bertrand.

» En supposant que le plan ZOM coïncide avec le plan ZOK, ou lui soit perpendiculaire, on a

$$\varepsilon=0\quad\text{ou}\quad\varepsilon=\frac{\pi}{2},$$

et, dans les deux cas, la formule (c) se réduit à celle-ci :

$$\left.\begin{aligned}&\frac{\cos\theta}{\lambda}\left[\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)\sin 2\omega-\left(\frac{1}{f}-\frac{1}{F}\right)\sin 2\varphi\right]\\ &=\frac{\cos\theta'}{\lambda'}\left[\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)\sin 2\omega-\left(\frac{1}{f}-\frac{1}{F'}\right)\sin 2\varphi'\right].\end{aligned}\right\}\quad(f)$$

» Ces trois formules (d), (e), (f) permettront de calculer les quantités F', f', φ' quand on connaîtra R, r, ω, F, f et φ; c'est-à-dire qu'on pourra déterminer les rayons de courbure et les sections principales de la surface

normale aux rayons réfractés, si l'on connaît les éléments correspondants de la surface normale aux rayons incidents et de la surface séparatrice.

» On peut d'ailleurs déterminer ces éléments par un autre calcul, et aussi par une construction géométrique indiquée dans mon premier Mémoire.

» Donc, si des rayons lumineux, émanés d'un point, éprouvent une suite de réfractions, on pourra, après chaque réfraction, déterminer, pour un rayon quelconque, les deux plans où se trouvent les rayons infiniment voisins qui le coupent, et les deux points de rencontre F et f, qui appartiennent aux deux nappes de la surface caustique formée par les intersections successives des rayons. Ces éléments déterminent la forme de tout faisceau mince passant par une petite ouverture. Les calculs ne seraient guère plus simples dans le cas d'un rayon central non dévié qui serait normal à toutes les surfaces réfringentes; mais si les plans des sections principales, suivant ce rayon, étaient les mêmes pour toutes ces surfaces, on n'aurait plus besoin que des formules ordinaires qui donnent les foyers des lentilles sphériques. La marche des rayons à travers les milieux de l'œil ne saurait comporter une telle simplification, et ne peut être calculée rigoureusement qu'à l'aide des formules plus générales et plus compliquées qui précèdent; il faudrait, pour cela, connaître les indices de réfraction des divers milieux, les rayons de courbure et les plans des sections principales de leurs surfaces, à chaque point d'incidence du rayon central du faisceau. »

RAPPORTS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rapport sur deux Mémoires intitulés, le premier:* Mémoire sur la tendance des racines à s'enfoncer dans la terre, et sur leur force de pénétration; *par* M. **Payer**; *le second:* Mémoire sur un fait singulier de la physiologie des racines; *par* M. **Durand**, pharmacien à Caen.

(Commissaires, MM. de Mirbel, Becquerel, Pouillet, Ad. Brongniart, Dutrochet rapporteur.)

« Les titres de ces deux Mémoires n'indiquent point, à proprement parler, leur objet; dans le premier, en effet, l'auteur n'étudie point directement la tendance des racines à s'enfoncer *dans la terre;* le titre vague du second n'indique point ce qu'il contient. Nous devons donc annoncer que ces deux Mémoires ont également pour objet l'étude du phénomène de la pénétration des radicules des graines en germination *dans le mercure.* C'est cette simili-

tude d'objet qui fait qu'ils ont été renvoyés à une même Commission, et que leur examen se trouve contenu dans un seul et même Rapport.

» Dans sa séance du 23 février 1829 (1), l'Académie des Sciences reçut de M. Jules Pinot une communication par laquelle il lui annonçait que des graines de *Lathyrus odoratus* étant mises germer flottantes sur la surface du mercure couvert d'un peu d'eau, et non fixées mécaniquement au-dessus de ce métal, au moyen d'un appareil approprié, comme le dit, par erreur, M. de Candolle (2), leur radicule s'enfonçait dans le mercure, fait qui semblait en opposition avec les lois de l'hydrostatique qui veulent que tout corps spécifiquement plus léger que le fluide dans lequel il est plongé vienne flotter à sa surface. Votre Rapporteur, qui n'appartenait encore à l'Académie qu'en qualité de correspondant, répéta l'expérience de M. Pinot; il plaça des graines sur la surface du mercure avec un peu d'eau; elles y germèrent. N'ayant point vu la pénétration de la radicule dans le mercure au delà de ce que pouvait opérer la pression opérée par le poids de la graine, il fit part de ce résultat négatif à l'Académie. A cette occasion, M. de Mirbel, l'un des membres de la Commission qui avait été nommée pour examiner le Mémoire de M. Pinot, déclara que les Commissaires avaient répété les expériences de ce dernier et qu'ils étaient arrivés au même résultat négatif (3); il n'y eut point de Rapport écrit. Depuis ce temps M. Mulder (4) a publié, dans un Recueil allemand, des expériences sur le même sujet. Il a mis des graines de *Vicia faba minima* et de *Polygonum fagopyrum* commençant à germer, flotter sur la surface du mercure recouvert d'une couche d'eau. Les graines du *Vicia* pénétrèrent dans le mercure à une profondeur qui n'est pas indiquée dans l'extrait de son Mémoire, qui est inséré aux *Annales des Sciences naturelles*. Les graines du *Polygonum* n'enfoncèrent point leurs radicules dans le mercure, elles rampèrent à sa surface. L'auteur en conclut que les graines du *Polygonum fagopyrum* n'ont pas une *force germinative* assez grande pour vaincre la résistance du mercure. Les tiges des fèves ayant acquis environ 2 centimètres de longueur, cinq d'entre elles, sur douze qui avaient été semées sur le mercure, avaient leurs radicules *plus ou moins* enfoncées dans le mercure; les autres les avaient à la surface du métal. M. Mulder fit la même expérience, en mettant sur le mercure, couvert d'une couche d'eau, une

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*; 1829, tome XVII, page 94.

(2) *Physiologie végétale*; tome II, page 827.

(3) *Annales des Sciences naturelles*; tome XVIII, page 146.

(4) *Annales des Sciences naturelles*; tome XXI, page 129.

lamelle de liége percée de petits trous dans lesquels il engagea les radicules de graines de *Vicia faba* germées à l'avance. D'après l'extrait que nous avons sous les yeux, les racines, en se développant, gagnèrent les bords du vase et s'enfoncèrent entre ses parois et le mercure à une profondeur de 2 à 3 lignes. D'autres fèves, placées flottantes sur la surface du mercure, sans être soutenues par du liége, étendirent, en les repliant sur elles-mêmes, leurs radicules dans l'eau qui couvrait le mercure, et l'une d'elles, après avoir pénétré dans une longueur de plus de 2 pouces entre les parois du vase et le mercure, enfonça, en se repliant, son extrémité d'environ un demi-pouce dans le mercure lui-même.

» L'étude du phénomène en question semblait abandonnée, lorsque M. Payer la reprit et en fit le sujet d'un des Mémoires que nous avons à examiner ici; il fut présenté à l'Académie dans la séance du 27 mai 1844.

» M. Payer a imaginé un appareil propre à suspendre une couche de mercure au-dessus de l'eau. Pour cela il sépare ces deux liquides par une grille de platine qu'il recouvre avec un morceau de tulle ou avec du coton; le mercure versé sur ce diaphragme ne le traverse point et reste ainsi suspendu au-dessus de l'eau; les radicules des graines traversent le mercure, superposé ainsi à l'eau, et arrivent à ce dernier liquide. M. Payer a placé par étages des couches alternatives de mercure et d'eau; il a vu des radicules traverser successivement toutes ces couches. En employant cet appareil, qui lui permettait de varier l'épaisseur de la couche du mercure qui était superposé à l'eau, M. Payer a pu voir à quelle profondeur les radicules pouvaient s'enfoncer dans ce métal. Il annonça avoir toujours vu la radicule du *Lathyrus odoratus* s'y enfoncer à une profondeur qui est allée jusqu'à 2 centimètres; il a vu la radicule d'autres graines s'y enfoncer seulement jusqu'à la profondeur de quelques millimètres. Enfin, il a vu, comme M. Mulder, la radicule du *Polygonum fagopyrum*, ou sarrazin, refuser constamment de s'y enfoncer et ramper à la surface du métal. Ainsi, selon les expressions de M. Payer, « toutes les racines ne présentent point cette » force de pénétration au même degré....; cette différence ne tient ni à » une différence de poids, ni à une différence de rigidité, ni à une diffé» rence de grosseur. Les racines du sarrazin ont une grosseur et une rigidité » bien plus considérables que celles du cresson alénois; elles pèsent bien » davantage, et cependant les premières, nous venons de le dire, rampent » toujours à la surface du mercure, tandis que les secondes s'y enfoncent » assez profondément. »

» Nous faisons remarquer que M. Payer tire ici ses arguments de l'absence

apparente de l'action que ses graines auraient pu exercer, en vertu de leur pesanteur, sur les radicules pour les faire pénétrer dans le mercure. Donc il reconnaît que le poids des graines était supporté par le mercure dans ses expériences.

» M. Payer a vu que les radicules de toutes les plantes ne mettent point le même temps à traverser une même épaisseur de mercure; que la chaleur et la lumière influent sur la rapidité et sur la profondeur de cette pénétration, ce qui est dans l'ordre, puisque, d'une part, la chaleur influe sur l'énergie de la végétation, et que, d'une autre part, la lumière, en activant la force végétative de la plumule, augmente, par cela même, celle de la radicule; car il y a une relation intime entre ces deux parties, sous le point de vue de leur vitalité.

» Selon le même auteur, les racines secondaires jouissent de la même force de pénétration à un degré un peu moindre que la racine principale.

» Lorsqu'une racine glisse entre le mercure et les parois du vase qui le contient, elle atteint une profondeur beaucoup plus grande que si elle s'était enfoncée directement dans le mercure.

» Quoique M. Payer ne dise point s'il y avait de l'eau à la surface du mercure où se trouvaient ses graines en germination, on doit nécessairement l'admettre; mais il ne dit point en quelle quantité elle y était, si elle couvrait entièrement ces graines, ou si celles-ci n'y étaient plongées qu'en partie. Cependant on doit conclure de ses expressions qu'il y avait, dans ses expériences, une mince couche d'eau à la surface du mercure; car, après avoir décrit l'appareil ci-dessus, appareil dont il allait se servir pour mettre ses graines en expérience, il dit : *Répétant alors l'expérience du docteur Pinot, je trouvai que la graine, en germant, enfonçait sa radicule dans la couche de mercure, etc.* M. Payer connaissait parfaitement la manière dont était établie l'expérience de M. Pinot; car, dès les premières lignes de son présent Mémoire, il dit textuellement: *Le* 13 *février* 1829, *le docteur Pinot annonça à l'Académie que des graines de* Lathyrus odoratus, *qu'il faisait germer sur du mercure, avaient enfoncé leurs radicules dans ce métal d'une quantité telle, que l'action de la pesanteur ne suffisait plus pour expliquer ce phénomène.* M. Payer, en reconnaissant expressément que son expérience est la répétition de celle de M. Pinot, reconnaît donc que son mercure était de même recouvert d'une très-mince couche d'eau, et, de plus, que ses graines étaient de même déposées sur ce métal. Or, telle ne serait point la disposition de l'expérience de M. Payer, d'après ce qu'il vient de dire à la Commission (14 avril 1845); il plaçait, nous a-t-il dit, sur le mercure une couche

d'eau profonde de 2 centimètres; sur cette eau flottait une lame de liége percée d'un petit trou qui recevait la radicule de la graine germée; il remplaçait quelquefois cette lame de liége par une couche de coton sur laquelle il plaçait la graine en germination. Dans l'un et l'autre cas, la radicule, en s'accroissant, descendait dans l'eau qu'elle traversait, puis, arrivant au contact du mercure, elle s'y enfonçait profondément et de manière à traverser toute son épaisseur qui était de 2 centimètres, et gagnait ainsi l'eau sous-jacente. Dans cette disposition de l'expérience, la graine était *fixée* au-dessus du mercure; elle ne pesait point sur lui par la pointe de sa radicule pour y faire pénétrer cette dernière qui, après avoir traversé l'épaisse couche d'eau, venant à rencontrer le mercure, pouvait, en s'accroissant, s'y enfoncer en vertu de sa rigidité; mais cette rigidité étant très-diminuée par la longueur qu'avait acquise la radicule en traversant la couche d'eau, M. Payer pense qu'elle ne doit plus être prise en considération, comme cause de pénétration de la radicule dans le mercure, surtout lorsque cette radicule est très-grêle, comme l'est celle du cresson alénois (*Lepidium sativum*). Ainsi la cause de la pénétration des racines dans le mercure resterait indéterminée pour M. Payer, qui nous a déclaré qu'il n'avait voulu donner aucune théorie touchant cette cause, et que, s'il a employé ces expressions : *tendance à s'enfoncer vers le centre de la terre, force de pénétration,* c'est parce qu'elles sont reçues depuis longtemps dans la science; il est très-éloigné, nous a-t-il dit, d'admettre là une force vitale particulière, comme quelques personnes ont cru le voir.

» C'est avec regret que nous nous trouvons forcés de n'admettre ici que ce qui se trouve exposé dans le Mémoire de M. Payer, Mémoire qui, non-seulement ne fait aucune mention de la disposition expérimentale qu'il vient de nous décrire, relativement à la position de la graine, mais qui en offre une tout à fait différente. Nous avons fait voir plus haut, en effet, que d'après les expressions du Mémoire de M. Payer, les graines devaient avoir été déposées sur la surface du mercure avec une mince couche d'eau à la manière de M. Pinot; et ce qui vient à l'appui de cette induction, M. Payer reconnaît implicitement que le poids de ses graines était supporté par le mercure, ce qui contrarie son assertion actuelle, d'après laquelle ses graines, suspendues au-dessus de la surface du mercure, n'auraient aucunement pesé sur ce métal.

» Passons actuellement au Mémoire de M. Durand; ce Mémoire a été présenté à l'Académie dans la séance du 24 mars 1845.

» M. Durand commence par supposer une graine fixée au-dessus de la surface du mercure, et sa radicule descendant verticalement vers ce métal

jusqu'à ce qu'elle le touche. Alors la pointe de la radicule trouve une résistance qui résulte, 1° de la cohésion des molécules du mercure; 2° de la poussée de bas en haut de ce métal. Il donne la formule mathématique de cette résistance, qui est d'autant plus grande que la racine a un plus grand diamètre. Il calcule ainsi que la radicule du *Lathyrus odoratus* ayant $\frac{3}{4}$ de millimètre de diamètre, la résistance à sa pénétration dans le mercure sera d'environ 6 milligrammes par chaque millimètre d'enfoncement, en sorte que, pour s'enfoncer dans le mercure de 2 centimètres, la résistance qu'elle aura à vaincre sera de 120 milligrammes. L'auteur prouve ensuite, par l'expérience, que la radicule du *Lathyrus odoratus* a une rigidité plus que suffisante pour qu'elle puisse supporter, sans fléchir, un poids de 120 milligrammes, en sorte qu'elle peut facilement supporter une poussée verticale, de bas en haut, d'une couche de mercure de plus de 2 centimètres d'épaisseur ou de profondeur.

» La possibilité physique de la pénétration sans flexion de la radicule du *Lathyrus odoratus* dans le mercure, à une profondeur de plus de 2 centimètres, étant prouvée mathématiquement, M. Durand passe à l'expérience directe.

» Une lame de liége, percée de petits trous, a été fixée solidement à 5 millimètres au-dessus de la surface du mercure, couvert d'eau jusqu'au-dessus de cette lame de liége. Des graines de *Lathyrus odoratus* germées ont été placées sur cette lame de liége, ayant leurs radicules engagées dans les trous qui les pressaient de manière à les fixer. Ces radicules, en descendant verticalement, ont atteint la surface du mercure et ont pénétré dans sa masse. Ce métal avait 3 centimètres et demi de profondeur; une des radicules l'a traversé en entier, et s'est réfléchie ensuite entre le mercure et les parois du vase. Il a obtenu le même résultat en employant une gaze tendue fixement au-dessus de la surface du mercure, et qui recouvrait les graines en germination, graines qui se trouvaient ainsi maintenues dans une position fixe. Les graines de *Polygonum fagopyrum* qui, d'après les expériences de Mulder et de M. Payer, n'enfoncent point leurs radicules dans le mercure lorsqu'elles sont simplement flottantes à la surface de ce métal, ayant été fixées, par M. Durand, au moyen des procédés qui viennent d'être indiqués, leurs radicules s'enfoncèrent dans le mercure, qui, dans ces expériences, était couvert d'eau.

» M. Durand passe ensuite à l'étude du phénomène de l'introduction des radicules entre le mercure couvert d'eau et les parois du vase qui le contient. Il fait voir qu'elles sont maintenues dans cette position par la pression latérale que le mercure exerce sur elles; en sorte qu'on peut, après les avoir arrachées, les replanter dans la même position sans qu'elles tendent à être

repoussées par la poussée de bas en haut du mercure, et cela parce que leur frottement sur les parois du vase oppose à leur expulsion une résistance plus grande que n'est la force de la poussée de bas en haut du mercure. C'est ce qui n'a point lieu pour les racines qui ont pénétré dans la masse même du mercure et que l'on arrache; si l'on essaye de les y replanter, elles en sont immédiatement expulsées et viennent flotter à la surface.

» M. Durand étudie ensuite la manière dont se comportent les radicules des graines placées sur la surface du mercure lorsqu'elles sont mobiles dans la couche d'eau qui recouvre ce métal. Si cette couche d'eau recouvre entièrement les graines, celles-ci perdent de leurs poids en quantité égale à celle de l'eau qu'elles déplacent, et alors leurs radicules pressant moins la surface du mercure par leur accroissement de haut en bas, elles ne pénètrent point dans le métal. Lorsque la couche d'eau est mince et ne recouvre point les graines, celles-ci conservent une plus grande partie de leurs poids, et alors les pointes des radicules pénètrent un peu dans le mercure, en le déplaçant d'une quantité égale à la partie du poids de la graine qui pèse sur la radicule. Cependant, lorsque la couche d'eau est très-mince et que l'évaporation tend à la faire disparaître, il peut s'établir une adhérence capillaire entre la graine et la surface du mercure, et alors la radicule peut s'introduire dans ce métal, ainsi que cela a lieu lorsque la graine est fixée artificiellement. On remarque une semblable adhérence capillaire entre le mercure et d'autres substances végétales telles que des fragments de racines de carottes ou de betteraves, des morceaux de liége, etc., lorsqu'on les laisse séjourner à la surface de ce métal.

» M. Durand rapporte ensuite un fait très-remarquable de pénétration des racines dans le mercure, fait dû au hasard et qui l'a mis sur la voie de découvrir la cause de la pénétration profonde des radicules dans le mercure. Il avait négligé d'entretenir continuellement d'eau des graines qu'il avait mises germer sur la surface du mercure. Il vit cependant que ces graines en germination avaient enfoncé leurs radicules dans le mercure, où l'une d'elles pénétra ensuite jusqu'à une profondeur de plus de 4 centimètres. La plante se tenait debout et pouvait être transportée; elle oscillait seulement à la manière d'un corps flottant, et, mise en repos, elle se redressait spontanément. Recherchant avec attention la cause à laquelle pouvait être due cette pénétration si profonde et si stable de la radicule dans le mercure, M. Durand découvrit que la graine se trouvait avoir été fixée à la surface du mercure par une couche mince, demi-solide et flexible, qui enveloppait en même temps la surface du métal, la graine et la partie non plongée de la

radicule. Cette couche avait été formée par la demi-dessiccation des substances végétales que l'eau évaporée avait tenues en dissolution et qu'elle avait reçues de la graine. Celle-ci se trouvant ainsi agglutinée à la surface du mercure, la radicule avait pu pénétrer dans le métal liquide en surmontant la poussée de bas en haut qu'exerçait ce métal sur elle. La couche dont il est ici question est une mixtion avec le mercure des substances organiques qui ont été dissoutes dans l'eau. Lorsque cette couche est desséchée, elle adhère aux parois du vase et peut demeurer suspendue, comme une sorte de voûte, au-dessus du mercure, si en y pratiquant un trou on évacue par là ce métal.

» Telle est, selon M. Durand, la cause de la pénétration de la radicule dans le mercure lorsque la graine est déposée sur la surface de ce métal couvert d'un peu d'eau; il faut que la graine soit agglutinée à la surface de ce métal par le moyen d'un enduit qui s'y forme pour que cette pénétration ait lieu. Lorsque le mercure conserve son poli, les radicules ne s'y enfoncent jamais au delà de ce qui est déterminé par la pesanteur des graines.

» Toutes les graines ne cèdent pas à l'eau une égale quantité de principes solubles. Les graines de *Lathyrus odoratus* cèdent à l'eau, entre autres matières, de l'albumine, de la gomme, du tanin, etc. On conçoit sans peine que ces substances organiques, déposées sur la surface du mercure par le fait de l'évaporation de l'eau, y occasionnent la formation d'une couche ou d'un enduit suffisamment solide pour y fixer la graine et la radicule à l'endroit de son immersion. Or, selon M. Durand, les graines de *Polygonum fagopyrum* ne cèdent point à l'eau les principes nécessaires pour la formation de cette couche ou de ce sol d'une nouvelle espèce; ce serait la raison pour laquelle les radicules des embryons de ces graines ne pénètrent point dans le mercure; mais on devra les y faire pénétrer, en mettant sur le mercure, avec ces graines, une substance végétale propre à former à sa surface un enduit agglutinant. C'est, en effet, ce que M. Durand est parvenu à obtenir, et cela en mettant sur la surface de mercure, avec des graines de *Polygonum fagopyrum,* quelques gouttes de certains extraits végétaux, de l'extrait de laitue par exemple. M. Durand a été plus loin; il est parvenu à fixer une petite plante dans le mercure, où elle demeura implantée par ses racines. Cette plante fut d'abord maintenue mécaniquement plongée dans le mercure par ses racines; un peu d'eau se trouvait à la surface du mercure et était remplacée à mesure qu'elle s'évaporait. Ayant cessé, au bout de quatre jours, de remplacer l'eau évaporée, la plante finit par se tenir toute seule sur le mercure par ses racines qui y demeurent implantées, étant fixées

au moyen d'un enduit végéto-mercuriel; en lui fournissant de nouvelle eau, la plante continua de s'accroître.

» Ces expériences ne laissent pas de doute sur la cause de la pénétration un peu profonde des radicules dans le mercure; il faut, pour que cette pénétration un peu profonde ait lieu, que la graine et la radicule, à l'endroit où, par l'effet de la pesanteur de la graine, cette radicule a déjà pénétré un peu au-dessous de la surface du mercure, soient agglutinées à ce métal par l'enduit qui se forme à sa surface : cela produit alors le même effet que si la graine en germination était mécaniquement fixée, au moyen d'un appareil convenable, au-dessus de la surface du mercure, ainsi que l'a fait M. Durand, comme nous l'avons dit plus haut. La radicule alors, par l'effet de son accroissement descendant, s'enfoncera dans le mercure, qu'elle déplacera en prenant son point d'appui sur la graine fixée.

» Après des expériences aussi concluantes, M. Durand s'est donné la peine, bien superflue, de démontrer l'inexactitude de l'expérience suivante de M. Pinot. Une graine de *Lathyrus odoratus* est fixée à la pointe d'une aiguille d'argent suspendue sur un pivot, à la manière des aiguilles de boussole; une petite boule de cire est fixée à l'autre extrémité de l'aiguille pour faire contre-poids. L'équilibre étant établi, cet appareil, placé à peu de distance de la surface du mercure, est recouvert avec une cloche qui plonge dans un vase plein d'eau, en sorte que l'air intérieur de cette cloche est bientôt saturé d'eau. La graine absorbant l'eau dissoute dans l'air qui l'environne, germe; sa radicule descend vers le mercure, et, en continuant de s'allonger, elle y pénètre, sans que la résistance de ce métal fasse basculer l'aiguille. M. Durand, après avoir fait voir l'inexactitude de cette expérience, en fait une qui lui est analogue, mais à la précision rigoureuse de laquelle il ne manque rien. Le résultat de cette expérience est que la résistance du mercure à se laisser pénétrer par la radicule dont l'allongement est progressif, fait que l'appareil très-mobile qui supporte la graine éprouve un mouvement de bascule à mesure que s'allonge la radicule, laquelle ne pénètre point dans le mercure.

» Depuis près d'une année que le Mémoire de M. Payer a été présenté à l'Académie, nous avons fait beaucoup d'expériences pour vérifier le fait de la pénétration dans le mercure des radicules des graines déposées avec de l'eau sur la surface de ce métal; car c'était ainsi que votre Rapporteur avait compris la manière dont étaient disposées les expériences de M. Payer. Nos graines baignaient dans la couche d'eau peu épaisse qui couvrait le mercure. Nous avons employé plusieurs espèces de graines à ces expériences, et spécialement celles du *Lathyrus odoratus;* or, jamais nous n'avons vu les radi-

cules de ces graines s'enfoncer dans le mercure au delà de ce qui était déterminé par la pression que la pesanteur de ces graines exerçait sur les radicules, c'est-à-dire au delà de 3 millimètres environ; très-souvent elles ne s'y enfonçaient point du tout; et elles rampaient à la surface du mercure. Nous avons placé, sur du mercure sec, des graines de *Lathyrus odoratus* qui commençaient à germer; le vase qui contenait le mercure fut placé dans le milieu d'un plat rempli d'eau, et une cloche plongeant dans cette eau recouvrait le vase qui contenait le mercure et les graines. La germination de celles-ci continua dans l'air saturé d'eau qui les entourait; leurs radicules pénétrèrent dans le mercure, où elles tardèrent peu à mourir. Leur partie immergée et devenue noire avait environ 3 millimètres de longueur; elle continua à demeurer plongée dans le mercure, bien qu'elle fût frappée de mort : elle y était maintenue par le poids de la graine et de la partie de la radicule qui, demeurée dans l'air, avait conservé son état de vie.

» Frappés de ces résultats constamment négatifs, nous nous sommes demandé comment il se faisait que M. Payer eût vu dans ses expériences *que les racines du* Lathyrus odoratus *ont toujours traversé les couches les plus épaisses qu'il ait pu leur opposer, c'est-à-dire jusqu'à 2 centimètres.* Les expériences de M. Durand nous ont paru avoir donné la solution de cette question. Nous avons pensé que, dans les expériences de M. Payer, les graines avaient, à son insu, contracté adhérence avec la surface du mercure, ce qui avait favorisé la pénétration des radicules dans ce métal; mais M. Payer niant aujourd'hui que ses graines fussent déposées sur le mercure, et affirmant qu'elles étaient *fixées au-dessus de sa surface* dont elles étaient séparées par une couche d'eau de 2 centimètres d'épaisseur, il en résulterait que, dans ce cas, la pénétration des radicules dans le mercure aurait sa cause dans cette fixation des graines, ou de la partie supérieure de leurs radicules, ainsi que cela résulte des expériences de M. Durand. Quelle que soit donc celle des deux manières controversées que l'on admette relativement à la position des graines dans les expériences de M. Payer, la théorie de la pénétration de leurs radicules dans le mercure se trouve également établie par les expériences de M. Durand.

» M. Payer dit, dans son Mémoire, avoir fait traverser par une radicule de *Lathyrus odoratus* plusieurs couches de mercure séparées les unes des autres par des couches d'eau; cela s'explique facilement. La pénétration de la radicule dans la couche de mercure la plus élevée ayant eu lieu, soit par le fait de la fixation de la graine au-dessus de la surface de ce métal, soit par le fait de son agglutination à cette surface elle-même, suivant qu'on voudra admettre

l'une ou l'autre des deux manières dont l'expérience de M. Payer a pu être établie, la cause de la pénétration de la radicule dans la seconde couche de mercure sera la suivante; la radicule, en finissant de traverser la première couche de mercure, s'engageait dans l'une des mailles étroites du morceau de tulle qui recouvrait la petite grille de platine, appareil au moyen duquel le mercure était soutenu au-dessus de l'eau. La radicule, en s'engageant dans les mailles de ce diaphragme, où elle s'accroissait ensuite en grosseur, y était nécessairement pressée et fixée solidement de manière à ne pouvoir plus remonter. Dès lors on conçoit que cette radicule, après avoir traversé la couche d'eau sous-jacente, venant à rencontrer la seconde couche de mercure, devait s'y enfoncer; il devait en être de même relativement à la troisième couche de mercure, si elle était établie dans l'expérience, car M. Payer dit qu'il a fait traverser plusieurs couches de mercure aux radicules, sans spécifier leur nombre.

» Nous n'avons pas répété toutes les expériences de M. Durand, seulement nous nous sommes assurés de l'exactitude de la plus importante d'entre elles, de celle dans laquelle il a vu que la graine pouvait être fixée à la surface du mercure par un enduit déposé sur ce métal, ce qui donnait à la radicule le pouvoir de pénétrer dans la masse de ce dernier. Pour faire cette expérience, nous avons choisi les graines du cresson alénois (*Lepidium sativum*), graines qui, à raison de leur légèreté, ne peuvent guère faire pénétrer leur radicule dans le mercure par l'effet de la pression qu'elles exercent sur elle en vertu de leur pesanteur. Nous avons placé dix de ces graines sur du mercure, et nous avons couvert chaque graine d'une goutte d'eau. Cette première goutte s'étant évaporée, nous l'avons remplacée par une seconde, qui, s'étant de même évaporée, a été remplacée par une troisième goutte, et ainsi de suite. Pendant la nuit nous couvrions les graines avec une petite cloche de verre qui plongeait dans le mercure; l'air qui se trouvait renfermé dans cette cloche étant bientôt saturé d'eau, les graines conservaient, pendant toute la nuit, les gouttes d'eau qui avaient été déposées sur elles, gouttes qui recommençaient à s'évaporer le lendemain lorsque la cloche était enlevée. Ces évaporations successives laissèrent sur le mercure, à l'endroit où chaque graine était déposée, une couche d'un enduit blanchâtre. Les graines ont germé; une seule des radicules s'est enfoncée dans le mercure, toutes les autres ont rampé sur sa surface. La radicule qui avait pénétré dans le mercure y était tellement fixée, qu'on pouvait ébranler le mercure sans qu'elle fût expulsée; on pouvait la soulever légèrement avec une pince, et lui faire subir ainsi une tentative d'arrachement sans qu'elle sortît du mercure; c'était le troisième jour après la

germination. Il fut facile de voir que la radicule était agglutinée à sa partie supérieure, ainsi que la graine, par l'enduit qui existait à la surface du mercure, lequel cependant était alors couvert d'un peu d'eau qui n'avait point dissous l'enduit agglutinant. Cette radicule ayant été arrachée tout à fait, on vit, par sa longueur, qu'elle avait pénétré verticalement dans le mercure à une profondeur de 4 millimètres; lorsqu'on tenta de la replanter dans ce métal, elle en fut immédiatement expulsée. Ainsi s'est trouvée confirmée l'assertion de M. Durand sur ce point; mais, remarquons-le bien, ce fait est loin de se reproduire constamment.

Conclusions.

» Il résulte des expériences exposées dans ce Rapport, que le phénomène de la pénétration des racines dans le mercure, phénomène qui paraissait paradoxal, rentre dans la catégorie des faits qui sont soumis aux lois connues de la nature. On doit savoir gré à M. Payer d'avoir tiré cette question de l'oubli où elle était plongée, bien qu'il n'ait rien fait pour sa solution; d'avoir varié les expériences, et surtout d'avoir mesuré exactement le degré d'enfoncement des racines dans le mercure. Son Mémoire a été l'occasion de nouvelles recherches qui ont définitivement fixé l'opinion des physiologistes et des physiciens sur cet objet : c'est à M. Durand que l'on doit d'avoir trouvé la cause de ce phénomène. Il a démontré que la cause principale de la pénétration des racines dans le mercure est la fixation des graines, soit à la surface du mercure, soit au-dessus de cette surface; car, lorsque cette fixation n'a pas lieu, les racines s'enfoncent seulement en raison du poids de la graine. La sagacité qu'il a montrée dans ses recherches, la précision rigoureuse des expériences au moyen desquelles il a donné la solution du problème, lui méritent l'approbation de l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

BOTANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Duchartre**, *intitulé :* Recherches anatomiques et organogéniques sur la Clandestine.

(Commissaires, MM. de Mirbel, Richard, Ad. Brongniart rapporteur.)

« L'histoire complète d'une plante depuis son origine à l'époque de la germination jusqu'au moment où, après avoir donné naissance à de nouvelles graines, elle a accompli toutes les phases de son existence, manque encore à la botanique; car le type étudié à fond dans tous ses détails, sous le point

de vue anatomique et physiologique, que l'homme fournit à la zoologie, n'existe pas dans le règne végétal; de nombreux matériaux ont été, il est vrai, réunis pour l'histoire de quelques plantes, mais il n'en est pas dans lesquelles il ne reste quelque lacune essentielle à remplir.

» La description de la plupart des plantes se borne à celle de leurs formes extérieures quant aux organes de la végétation, et les organes de la reproduction ont seuls été examinés généralement avec plus de détails. Parmi les plantes phanérogames, la Garance presque seule a été l'objet d'un travail de cette nature, approfondi et presque complet, dû à M. Decaisne.

» Il serait cependant bien à désirer, tant dans l'intérêt de l'anatomie végétale en général que pour l'application des caractères anatomiques à la classification naturelle, qu'un certain nombre des types principaux du règne végétal fussent examinés avec soin dans tous leurs organes essentiels. Beaucoup de faits considérés comme existant d'une manière générale perdraient cette universalité, et la fréquence plus ou moins grande des exceptions établirait bientôt la valeur des caractères et l'importance de tel ou tel point d'organisation.

» Le Mémoire de M. Duchartre sur la Clandestine est un excellent exemple de ce genre de ce travail, dans lequel beaucoup de points sont traités d'une manière très-complète et très-satisfaisante, et dans lequel un petit nombre seulement de lacunes seraient encore à signaler.

» Mais ce Mémoire acquiert un intérêt de plus par la nature de la plante qui en est l'objet. Le mode d'existence des plantes parasites est toujours un problème intéressant à résoudre, et l'examen anatomique de leurs organes doit servir de point de départ pour les recherches physiologiques.

» Déjà plusieurs de ces végétaux ont été l'objet de travaux étendus parmi lesquels on doit citer en première ligne celui de M. R. Brown sur le *Rafflesia*, puis ceux de M. Unger sur les plantes parasites en général, de M. Gœppert sur les Balanophorées, enfin les recherches de M. Bowmann sur une autre espèce du même genre que la Clandestine, le *Lathræa squamaria*. Mais, si nous en exceptons le premier de ces Mémoires, les autres travaux que nous venons de citer ont eu presque uniquement pour objet le mode d'implantation des plantes parasites sur la plante qui les nourrit ou quelques points particuliers de leur organisation. M. Duchartre, au contraire, s'est proposé d'étudier successivement tous les organes de la plante curieuse qu'il a prise pour sujet de ses recherches; il en présente une véritable monographie anatomique, et cette marche lui a fait découvrir plusieurs faits importants dans la structure de cette espèce.

» Nous allons le suivre dans l'examen des divers organes de la végétation et de la reproduction en signalant rapidement les points par lesquels l'organisation de cette plante semble s'éloigner de celle des végétaux qui ont déjà été étudiés par d'autres anatomistes, et nous devons dire que nous avons pu vérifier la plupart des faits avancés par M. Duchartre, et représentés sur les nombreux dessins qui accompagnent son Mémoire, au moyen d'échantillons frais ou conservés dans l'alcool qu'il nous a procurés.

» La structure de la tige est étudiée en premier par M. Duchartre; il y retrouve, comme dans toutes les tiges des Dicotylédones, la moelle, le système ligneux et le système cortical formé du liber et de l'enveloppe celluleuse; mais il y signale deux caractères qui semblent éloigner cette plante de la structure habituelle de ces végétaux. Le premier consiste dans l'absence d'un étui médullaire, c'est-à-dire d'une première zone intérieure de vaisseaux d'une nature différente de ceux de la zone ligneuse et compris entre la moelle et cette zone ligneuse. Ce sont ces vaisseaux qui dans les Dicotylédones ordinaires appartiennent à la forme désignée sous le nom de *vraies trachées* ou de *trachées déroulables*, et c'est même dans cette position seule qu'on trouve dans la tige cette sorte de vaisseaux. Ici rien de semblable ne se présente; les vaisseaux les plus rapprochés de la moelle sont des vaisseaux finement réticulés, semblables, quoique plus fins, à ceux qui existent dans le reste de la couche ligneuse. Il n'y a pas de trachées à fibre spirale continue, libre et déroulable.

» Ce caractère du reste, quoique faisant une exception à l'organisation la plus habituelle des plantes dicotylédones, s'est déjà présenté dans d'autres végétaux de cette classe, et particulièrement dans la plupart des plantes parasites, quoique la manière peu précise dont plusieurs auteurs appliquent le mot de *vaisseaux spiraux* puisse quelquefois laisser du doute à cet égard.

» Un second caractère remarquable du corps ligneux de cette plante consiste dans l'absence complète des rayons médullaires. Ce fait est bien établi par M. Duchartre, et ne peut laisser aucun doute. La zone ligneuse est entièrement formée de cellules allongées dans le sens de la longueur de la tige et parallèles par conséquent à la moelle, entremêlées de vaisseaux plus ou moins finement réticulés et paraissant ainsi le plus souvent rayés ou ponctués; elle n'est interrompue dans aucun point par ces lignes de cellules à direction rayonnante qui, s'étendant de la moelle vers l'écorce, constituent les rayons médullaires.

» Déjà l'un de nous avait signalé une structure analogue, sous ce rapport,

dans une famille très-éloignée de celle-ci, dans les Crassulacées (1), où la zone ligneuse est également dépourvue de rayons médullaires, et n'est constituée que par des tissus allongés dans le sens de l'axe et parfaitement continus.

» Ayant voulu constater si dans la famille à laquelle appartient le *Lathræa clandestina*, ce caractère se retrouverait dans quelque autre plante, nous nous sommes assurés que le *Melampyrum sylvaticum* présentait la même continuité dans les tissus allongés de la zone ligneuse, et qu'il y avait aussi absence complète de rayons médullaires.

» Voici donc dans plusieurs Dicotylédones une organisation de la tige qu'on était loin de soupçonner il y a quelques années, et qui mérite de fixer l'attention des physiologistes.

» L'écorce présente, dans son tissu interne allongé formant le liber, la même continuité, par suite de l'absence des rayons médullaires qui ordinairement s'étendent du bois dans l'écorce. Le tissu qui constitue cette couche corticale interne a la plus grande analogie avec celui qui forme la partie non vasculaire de la zone ligneuse; seulement il est plus opaque et plus solide vers l'extérieur, plus tendre et à parois plus minces dans la partie interne, en contact avec l'extérieur du bois.

» Nulle part M. Duchartre n'a pu apercevoir d'indice des vaisseaux propres ou laticifères.

» Mais si la zone de tissu ligneux allongé formant le bois et le liber constitue un cylindre continu autour de la moelle, et non pas une série de faisceaux distincts séparés par les rayons médullaires, comme cela a lieu habituellement, il n'en est pas moins vrai que les vaisseaux s'y forment par faisceaux séparés et en nombre déterminé. C'est ce que montrent les recherches de M. Duchartre sur le développement successif de la tige et des tissus qui la constituent. Les vaisseaux forment d'abord quatre faisceaux bien distincts, puis ils se divisent en un plus grand nombre, et on en compte huit, dix, douze et même plus; enfin les vaisseaux paraissent dispersés avec irrégularité dans toute cette zone, qui, elle-même, sur de vieilles souches d'au moins deux ans, acquiert une épaisseur beaucoup plus grande, et est souvent formée de deux couches concentriques assez distinctes.

» Ainsi, malgré ces deux points essentiels, par lesquels la tige du *Lathræa clandestina* s'éloigne de la structure ordinaire des Dicotylédones, l'ab-

---

(1) *Voyez* Observations sur la structure intérieure du *Sigillaria elegans*, etc.; par M. Ad. Brongniart. (*Archives du Muséum*, tome I, page 437.)

sence des trachées et l'absence des rayons médullaires, son accroissement s'opère suivant le mode propre à l'ensemble de ces végétaux.

» La racine, dans ses parties principales et même dans ses fibrilles, offre la même structure que la tige, modifiée, comme cela a lieu généralement, par l'absence de la moelle; mais le parasitisme de cette plante donnait un intérêt particulier à l'étude des extrémités des fibrilles radicales par lesquelles elle se fixe sur les racines des arbres, et le plus souvent sur celles des peupliers.

» Cependant ce point, déjà examiné avec soin par M. Bowmann, sur le *Lathræa squamaria,* devait offrir moins de faits nouveaux; en effet, les différences entre ces deux espèces, sous ce rapport, sont très-légères, et M. Duchartre n'a pu ajouter que quelques détails et montrer quelques différences secondaires entre ces deux plantes.

» La Clandestine se fixe sur les racines des arbres par des suçoirs nombreux terminant les radicelles, ou naissant latéralement le long de ces fibrilles et représentant les spongioles. Ces suçoirs, à peu près hémisphériques, sont plus gros que ceux du *Lathræa squamaria;* leur surface d'adhérence est plane ou légèrement concave, formée d'un tissu cellulaire d'une forme spéciale, allongé et dirigé perpendiculairement à la surface extérieure.

» Le petit tubercule que forme le suçoir lui-même est essentiellement celluleux, mais parcouru, surtout vers son centre, par de nombreux vaisseaux moniliformes à parois réticulées, qui ne s'étendent pas cependant jusqu'à la surface par laquelle le suçoir est appliqué sur la racine étrangère : disposition qui différerait ainsi de celle annoncée par M. Bowmann dans le *Lathræa squamaria.*

» La plupart des plantes parasites sur des racines sont dépourvues de vraies feuilles, ces organes étant réduits à des écailles courtes qui paraissent correspondre seulement à la base des pétioles; c'est ce qu'on voit sur les Orobanches, les Monotropa, et plusieurs plantes exotiques qui offrent le même mode de végétation, et ces feuilles réduites, avortées, paraissent, ainsi que les tiges, généralement dépourvues de ces pores épidermiques désignés sous le nom de stomates.

» Les organes appendiculaires des *Lathræa* offrent une forme et une structure très-différentes, quoique courts et imbriqués comme des écailles; ils sont rétrécis à leur base en une sorte de pétiole et présentent un vrai limbe charnu cordiforme, analogue à celui des feuilles de certaines plantes grasses. Déjà M. Bowmann avait indiqué les grandes lacunes régulières qui parcourent l'intérieur de ces sortes de feuilles, mais il avait cru ces organes dépourvus de stomates, et ce n'est que dans ces dernières années que

M. Schleiden a signalé l'existence de ces pores sur les feuilles du *Lathræa squamaria*. M. Duchartre, de son côté, avait découvert ces organes, non-seulement sur la cuticule des feuilles, mais sur celle des tiges de la Clandestine, et à une époque où il ne pouvait pas connaître l'observation de M. Schleiden sur l'autre espèce de *Lathræa*, il avait insisté sur cette exception à un caractère considéré comme général parmi les plantes parasites sur les racines.

» Son Mémoire renferme, en outre, une description anatomique très-complète de ces feuilles rudimentaires et cependant si compliquées, de leurs nervures, de leur parenchyme et des lacunes qui y sont régulièrement pratiquées, des papilles qui les tapissent; enfin le mode d'évolution de ces organes y est suivi avec soin, et c'est un des chapitres les plus complets de l'histoire de cette plante remarquable. Il termine ce qui a rapport aux organes de la végétation.

» Quant aux organes de la reproduction, la plante qui fait le sujet du travail de M. Duchartre n'offrait pas de singularité qui pût faire présumer rien de très-particulier dans leur structure; mais, comme nous l'avons dit en commençant ce Rapport, une description anatomique bien complète des divers organes d'un végétal est encore une chose assez rare pour qu'elle offre une véritable utilité pour la science par les moyens de comparaison qu'elle permettra d'établir plus tard.

» Sous ce point de vue, l'étude anatomique de presque toutes les parties de la fleur de la Clandestine telle que l'a faite M. Duchartre est un travail digne d'éloges; mais, en outre, l'auteur a porté son attention d'une manière spéciale sur le mode de développement des divers verticilles floraux, sujet dont il s'était déjà occupé précédemment dans d'autres végétaux, et sur lequel il a présenté plus récemment plusieurs Mémoires à l'Académie.

» Ainsi le mode d'apparition du calice, de la corolle, des étamines et du pistil, les changements qui s'opèrent dans les anthères et l'ovaire ont été suivis avec soin, et quelques-unes des théories émises sur ce sujet ont été discutées à cette occasion ; mais, comme ces points d'organogénie ne se présentent ici qu'accidentellement et qu'ils ont été traités avec plus de développement dans d'autres Mémoires de M. Duchartre, nous ne croyons pas devoir nous en occuper ici, la Clandestine n'offrant sous ce rapport rien de particulier.

» Cette question, en effet, a été étudiée d'une manière beaucoup plus étendue par le même savant dans deux Mémoires également présentés à l'Académie. L'un, sur les Primulacées, a déjà fait le sujet d'un Rapport lu à l'Académie, l'année dernière, par notre honorable collègue M. Gaudichaud;

l'autre, sur les Malvacées, est actuellement soumis à l'examen d'une autre Commission.

» On peut voir, par l'analyse que nous venons de présenter à l'Académie des recherches de M. Duchartre sur la Clandestine, que cette plante singulière a été étudiée par ce jeune botaniste, sous le point de vue de l'anatomie et du développement de tous ses organes, avec une grande attention; que plusieurs faits importants ont été reconnus par lui, et qu'il a laissé sous ces deux rapports bien peu de lacunes à remplir dans l'étude spéciale de cette plante. On regrette seulement qu'il n'ait pas pu suivre le mode de formation de l'embryon, et plus tard sa germination. Ce sont deux points qu'il chercherait sans doute à éclaircir s'il avait de nouveau occasion d'étudier cette plante à l'état vivant.

» Malgré ces légères lacunes, le travail de M. Duchartre n'en est pas moins un des plus complets sur l'anatomie et l'organogénie d'un végétal spécial; il nous a paru très-exact dans tous les points que nous avons pu vérifier, l'auteur est bien au courant des travaux modernes relatifs aux divers sujets qu'il a traités, et nous pensons qu'il serait à désirer pour les progrès de la botanique que la science possédât plusieurs monographies anatomiques faites avec le même soin. Par ces motifs, nous proposerons à l'Académie de donner son approbation au Mémoire de M. Duchartre et de décider qu'il sera inséré dans les Mémoires des *Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, par la voie du scrutin, une Commission de cinq membres qui sera chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le prix de Statistique.

MM. Mathieu, Dupin, Francœur, de Gasparin, Pouillet réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie nomme, également par la voie du scrutin, la Commission qui sera chargée de décerner le prix d'Astronomie, fondation de M. Lalande.

Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Mauvais, Laugier, Liouville.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des roches granitiques; par* M. DUROCHER.

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Berthier, Dufrénoy.)

« Parmi les phénomènes mystérieux que la géologie nous offre en si grand nombre, et pour l'étude desquels elle invoque le secours de la chimie et de la physique, il en est un qui a depuis longtemps fixé l'attention, et dont cependant l'explication reste encore à donner; il consiste dans l'arrangement singulier des cristaux de feldspath, du mica et du quartz, éléments constituants des roches granitiques. Leur disposition relative semble présenter une anomalie aux lois de la physique, elle paraît incompatible avec la facile fusibilité du feldspath et du mica, et la propriété réfractaire du quartz. On remarque souvent, en effet, des empreintes de cristaux de feldspath sur le quartz qui les enveloppe; et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des échantillons d'une granite à tourmaline de la vallée de Suc (Arriége), sur lesquels les empreintes réciproques des divers éléments sont bien marquées: on y voit tantôt les cristaux de tourmaline ou de feldspath qui se sont formés au milieu du quartz, et ont marqué dessus leur empreinte; tantôt, au contraire, des cristaux de quartz entourés d'une masse feldspathique. On remarque, entre autres, un cristal de grenat qui s'est développé bien nettement au milieu d'une masse quartzeuse.

» L'examen attentif de ces échantillons et de la plupart des roches granitiques en général conduit à cette conséquence inévitable, et sans laquelle il serait impossible de se rendre compte de l'enchevêtrement des grains de feldspath, de quartz et de mica dans les granites, savoir, que la solidification des divers éléments constitutifs de la roche a dû se faire à peu près en même temps.

» La difficulté de concevoir la cristallisation simultanée de substances dont les fusibilités sont si différentes a une importance incontestable; elle est une de ces objections qui ont été opposées aux partisans des idées plutoniennes, et il faut avouer que, jusqu'à présent, elle est restée sans réponse. Tout récemment, elle a servi de point de départ à un ingénieux géologue (1), et lui a inspiré une théorie très-compliquée sur l'origine des granites et autres roches ignées, théorie bizarre au point de vue des idées actuelles, en ce

---

(1) *Études sur l'histoire de la terre;* par M. de Boucheporn.

sens qu'elle offre un véritable retour vers le système neptunien; d'ailleurs elle ne fait que remplacer une difficulté par d'autres au moins tout aussi inexplicables.

» Pour rendre raison des mêmes faits, M. Fournet a présenté des considérations intéressantes; elles se résument dans l'intervention de ce fait physique, que le point de congélation ou de solidification d'un corps liquide correspond souvent à une température notablement plus basse que le point où le même corps entre en liquéfaction, lorsqu'il passe de l'état solide à l'état liquide par suite d'une élévation de température. Cette observation de M. Fournet ne doit pas être négligée dans l'étude des phénomènes qui nous occupent, mais elle me paraît tout à fait insuffisante pour les expliquer d'une manière complète. En effet, d'après les observations faites jusqu'à ce jour, les différences que l'on a remarquées entre les degrés de température correspondant à la congélation et à la liquéfaction d'une même substance ne s'élèvent guère jusqu'à 100 degrés; elles sont donc beaucoup trop faibles pour expliquer comment le feldspath, la tourmaline ou le grenat ont pu cristalliser avant le quartz, ou à l'instant de sa solidification, puisque la différence entre leurs points de fusion est de plusieurs centaines de degrés.

» Mais les conditions dans lesquelles ce phénomènes s'est passé me paraissent être fort différentes de celles que l'on a supposées; on l'a assimilé à ce qui aurait lieu si l'on prenait actuellement une masse composée de feldspath, mica et quartz, et qu'après en avoir élevé la température assez pour amener à l'état de fusion les divers éléments, on l'abandonnât à un refroidissement spontané; il est très-probable qu'alors, en admettant que l'on pût empêcher la silice de réagir sur les autres éléments, les parties quartzeuses se consolideraient avant les parties feldspathiques, bien qu'elles pussent s'abaisser, avant de se congeler, jusqu'à une température un peu plus basse que celle qui correspond à la liquéfaction de la silice.

» Mais la cristallisation des roches granitiques ne paraît pas s'être opérée de cette manière : lorsqu'elles étaient encore fluides et douées d'une température très-élevée, le feldspath, le mica et le quartz n'étaient pas isolés les uns des autres comme nous les voyons aujourd'hui; ils étaient combinés ensemble et formaient une masse homogène composée de silice, alumine, de bases alcalines et terreuses, potasse, soude, quelquefois lithine, avec un peu de chaux et magnésie, d'oxyde de fer et de manganèse, contenant aussi des quantités très-minimes d'acide fluorhydrique et souvent même d'acide borique. Or, je vais démontrer tout à l'heure qu'une masse ainsi composée a pu rester fluide en perdant de sa chaleur et conservant tous ses éléments com-

binés ensemble jusqu'à une température peu supérieure à celle qui détermine la liquéfaction du feldspath.

» Si l'on admet cette hypothèse provisoire, on conçoit qu'à partir du moment où le départ s'effectue dans le magma granitique, où s'en séparent trois ou même quatre combinaisons définies, l'orthôse, l'albite, le mica et le quartz, si la température de la masse est peu élevée au-dessus de celle qui détermine la solidification des éléments les plus fusibles; on conçoit, dis-je, que ces divers éléments mettront peu de temps à passer de l'état liquide à l'état solide; et je signalerai même une cause qui devait tendre à abaisser la température de cette masse pâteuse à l'instant où elle s'est partagée en plusieurs composés distincts, et par suite, à accélérer la solidification de ces derniers. Avant le départ des éléments, la silice se trouvait combinée avec d'autres silicates et formait une combinaison acide analogue, par exemple, à celle de l'acide sulfurique avec un sulfate alcalin; et, de même que cette dernière combinaison s'opère avec dégagement de chaleur, il est probable que l'acide silicique, en s'unissant à un silicate alcalin et terreux, doit produire de la chaleur; et inversement, lorsqu'il se sépare d'une combinaison de ce genre, il doit y avoir absorption de chaleur: ainsi, à l'instant où le quartz a été éliminé d'une combinaison granitique multiple, il doit y avoir eu un certain abaissement de température, faible peut-être, mais qui, néanmoins, aura pu contribuer à accélérer la solidification.

» Je remarque d'ailleurs que cette considération d'un abaissement de température à l'instant du départ des éléments n'est qu'accessoire, et que, quand même cet abaissement serait trop minime pour avoir quelque influence dans ce phénomène, cela n'infirmerait en rien la théorie que je développe et dans laquelle il est facile d'expliquer comment le feldspath a pu prendre la forme solide un peu avant le quartz et marquer dessus son empreinte. Si nous nous représentons en effet les éléments du granite se séparant d'une combinaison silicatée à une température peu élevée au-dessus du point de congélation du feldspath, alors diverses circonstances pourront déterminer certains des éléments à se solidifier plus rapidement que les autres, et il pourra se produire des conditions telles, que l'élément le plus fusible mette un peu moins de temps à se consolider que le plus réfractaire, ce qui dépendra uniquement de leurs propriétés physiques. Nous savons que certains corps, en se solidifiant, passent par l'état visqueux, tandis que d'autres prennent presque instantanément l'état solide: or, précisément, la silice, lorsqu'elle est en fusion et qu'elle se refroidit, passe par l'état visqueux avant de se solidifier et peut même se tirer en fil, ainsi que l'a observé M. Gaudin;

tandis que le feldspath, qui se montre toujours à l'état cristallin, et dont la solidification a dû être accélérée par sa grande tendance à se prendre en cristaux, a dû passer plus rapidement de l'état de fusion à l'état solide. Il á donc pu arriver que le quartz fût en voie de se consolider, mais encore pâteux et un peu mou, au moment où le feldspath aura cristallisé; et la chaleur, dégagée par celui-ci à l'instant du passage subit de l'état liquide à l'état solide, se sera communiquée au quartz environnant et aura contribué à le maintenir dans un état de mollesse ou de viscosité suffisant pour qu'il ait pu prendre l'empreinte de la forme cristalline du feldspath.

» D'ailleurs le quartz, quand il se trouve dans le granite en cristaux ou en noyaux cristallins, a marqué lui-même son empreinte sur le feldspath, et ces empreintes réciproques du quartz cristallin sur le feldspath et du feldspath sur le quartz compacte ou hyalin, qui se voient fréquemment dans un même échantillon, montrent, de la manière la plus évidente, que ces éléments ont passé à peu près en même temps de l'état liquide à l'état solide, mais que la durée du temps qu'a exigé ce passage n'a pas été la même pour tous les deux, et que l'antériorité de quelques instants dans la solidification n'est que le simple effet de la tendance plus ou moins grande qu'avaient ces substances à affecter une forme cristalline. Les noyaux cristallins de quartz que l'on observe assez souvent dans les roches granitiques ont pris ordinairement la forme solide les premiers, et au milieu d'un mélange de feldspath et de quartz encore pâteux; mais au contraire, là où le quartz se montre amorphe ou compacte, ce qui est le cas général dans les granites, il a formé une masse visqueuse, une espèce de ciment où le feldspath et le mica ont cristallisé.

» Il reste maintenant à démontrer l'hypothèse qui sert de base au raisonnement que nous venons de faire; il faut prouver que les trois éléments du granite ont pu rester associés dans une combinaison unique jusqu'à l'époque de leur solidification, et que cette combinaison devait avoir une fusibilité peu inférieure à celle du feldspath. C'est ce que nous allons faire à l'aide de considérations chimiques et géologiques.

» Les proportions relatives des éléments du granite sont susceptibles de beaucoup de variations; des recherches qui feront l'objet d'un travail particulier m'ont conduit à apprécier avec assez d'exactitude leur quantité respective dans les roches granitiques : c'est le quartz qui éprouve les variations les moins étendues; elles sortent rarement des limites de 30 à 40 pour 100 de la masse totale. Le feldspath (en comprenant sous ce nom l'orthôse et l'albite) et le mica varient en sens inverse; tantôt la proportion de feldspath s'élève jusqu'à 50 et même 55 pour 100, et alors celle du mica descend

jusqu'à 15 pour 100 (c'est le cas de beaucoup de granites à gros cristaux d'orthôse); tantôt au contraire, le mica forme les 50 pour 100 du granite, et le feldspath n'y entre que dans le rapport de 15 à 20 pour 100, ainsi qu'on le voit dans certaines espèces de granites à petits grains et particulièrement dans les granites schistoïdes qui sont très-communs en Bretagne. La composition normale, et qui paraît être la plus générale, du moins pour les granites que j'ai examinés, consiste dans les rapports suivants : feldspath, 40 pour 100; quartz, 35; et mica, 25. La plupart des granites, ainsi que je l'ai exposé dans un précédent Mémoire (*Annales des Mines*, 4e série, t. VI, p. 67), renferment une certaine quantité d'albite mélangé avec l'orthôse, mais cette quantité n'est pas en général très-considérable, et la composition de l'albite ne différant de celle de l'orthôse que par la substitution de la soude à la potasse, dans les calculs que nous allons exposer, nous pouvons, sans inconvénient, faire abstraction de l'albite.

» En attribuant au feldspath et au mica les compositions indiquées dans le tableau ci-dessous, et qui représentent les moyennes d'un grand nombre d'analyses faites par les chimistes qui méritent le plus de confiance, nous trouvons les valeurs exprimées ici pour les compositions élémentaires des variétés extrêmes et moyennes de granites : 1° très-feldspathique (contenant 50 pour 100 de feldspath et 15 de mica); 2° très-micacé (50 pour 100 de mica et 15 de feldspath); 3° normal (40 pour 100 de feldspath et 25 de mica), le quartz étant supposé se trouver dans une proportion moyenne et constante de 35 pour 100.

	COMPOSITIONS MOYENNES du feldspath.		COMPOSITIONS MOYENNES du mica.		COMPOSITIONS ÉLÉMENTAIRES DES GRANITES 1° Très-feldspathique.	2° Très-micacé.	3° Normal.
Silice	64		47		74,0	68,1	72,3
Alumine	19		31		14,1	18,3	15,3
Alcalis { Potasse et un peu de soude	13	Potasse	9	Potasse et un peu de soude	7,8	6,4	7,4
Chaux, magnésie, oxyde de fer	2	Magnésie et oxyde de manganèse	4				
		Oxyde de fer	6	Magnésie, chaux et oxyde de manganèse	1,6	2,3	1,8
		Divers, acide fluorhydrique, eau, etc.	3	Oxyde de fer	0,9	3,0	1,5

COMPOSITIONS EXTRÊMES des PÉTROSILEX.	Pétrosilex de la Bretagne.	Pétrosilex des Peotland-Hills (Écosse).
Silice	75,4	68,0
Alumine	15,5	19,0
Alcalis (potasse et soude)	3,8	5,6
Chaux et magnésie	1,4	1,1
Oxyde de fer	1,2	4,5

» Or, comparons aux compositions élémentaires des granites celles des pétrosilex :

» Comme ces substances, que jusqu'à présent l'on a considérées à tort comme des espèces minérales, ne sont point cristallisées et ne sont caractérisées que par leur aspect extérieur, la cassure esquilleuse et la fusibilité au chalumeau, elles n'offrent point une composition constante, mais elles renferment toujours plus de silice et moins d'alcalis que le feldspath cristallisé; et si l'on prend les pétrosilex qui ont quelque importance au point de vue géologique, qui forment des masses d'une certaine étendue, et que l'on compare leurs compositions avec celles des granites pris en masse, on y reconnaît des analogies frappantes et qui s'approchent presque de l'identité. Dans le tableau sommaire ci-joint, j'ai mis en regard et au-dessous des granites n°s 1 et 2, les compositions de deux sortes de pétrosilex qui me paraissent appartenir à deux types opposés sous le rapport de la composition : l'un est le pétrosilex des Pentland-Hills, en Écosse; l'autre est une variété de pétrosilex fréquente en Bretagne, passant à un porphyre compacte, dont j'ai obtenu la composition moyenne indiquée ici sur plusieurs échantillons; cette composition est d'ailleurs à peu près la même que celle assignée par M. Berthier à un pétrosilex des environs de Nantes.

» La ressemblance entre les compositions chimiques de ces deux pétrosilex et celles des deux granites extrêmes n°s 1 et 2 est évidente; les proportions de silice et d'alumine sont presque identiques; il y a seulement plus d'alcalis dans les granites. La composition élémentaire des différentes variétés de granites et celle des pétrosilex paraissent donc osciller entre deux limites extrêmes qui sont à peu près les mêmes pour ces deux genres de substances minérales. Il est remarquable que cette analogie continue d'avoir lieu même dans des cas tout à fait extrêmes; ainsi le pétrosilex de Sahlberg, en Suède, analysé par M. Berthier, se rapproche beaucoup de la composition d'une pegmatite qui serait composée de feldspath albitique et de quartz, en proportions à peu près égales.

» La différence principale entre les pétrosilex et les granites paraît consister en ce que les premiers renferment fréquemment un peu moins d'alcali que les granites; par suite, si les pétrosilex sont fusibles, les granites pris en masse et à l'état rudimentaire doivent l'être au même degré que les pétrosilex qui ont une composition analogue, et la quantité ordinairement un peu plus grande d'alcali contenue dans les granites doit compenser la propriété réfractaire de la silice, et doit rendre les granites aussi fusibles que des pétrosilex un peu moins chargés de silice. D'ailleurs, il ne paraîtra pas étonnant que les

granites soient réellement plus fusibles qu'on ne serait porté à le croire au premier abord, si l'on réfléchit que les silicates multiples combinés ensemble, sont beaucoup moins réfractaires qu'ils ne le seraient pris isolément, et par suite que le feldspath, le mica et le quartz étant associés dans un même composé, celui-ci doit être doué d'une fusibilité supérieure à la fusibilité moyenne des éléments qui le constituent.

» Tout le monde sait que les pétrosilex fondent assez facilement à la flamme du chalumeau, et que si leur fusibilité est un peu moindre que celle du feldspath, elle n'en diffère cependant pas beaucoup; on ne saurait donc douter que les masses granitiques qui ont fait éruption à la surface de notre globe aient pu se maintenir dans un état de fusion pâteuse jusqu'à une température voisine de celle qui correspond à la liquéfaction du feldspath; rien ne s'oppose à ce qu'elles aient conservé tous leurs éléments unis ensemble et formant une seule combinaison minérale, semblable au pétrosilex pendant la plus grande partie de leur période de refroidissement, et jusque vers l'époque de leur solidification. D'ailleurs, ici peut s'appliquer le principe invoqué d'une autre manière par M. Fournet : la masse granitique à l'état de combinaison simple aura pu se refroidir en restant pâteuse jusqu'à un degré de température inférieur à celui où elle passerait de l'état solide à l'état liquide, inférieur au point de fusion des pétrosilex et par suite très-voisin du point de fusion de l'orthôse; alors le départ des éléments se sera effectué à une température telle, que la tendance du feldspath à la cristallisation ait pu se développer très-peu de temps après sa séparation d'avec la silice et le mica.

» Les granites ne sont pas seulement en relation avec les pétrosilex, mais aussi avec une roche ignée très-répandue dans la nature; ce sont ces porphyres que l'on désigne habituellement en géologie sous le nom de porphyres quartzifères, et dans lesquels on reconnaît habituellement, outre les grains de quartz, des lames feldspathiques, et souvent des feuillets de mica; ils offrent tous les degrés de structure et de nature depuis les pétrosilex les plus compactes jusqu'aux granites les mieux caractérisés. Souvent, comme en Bretagne, ces dégradations se voient sur une même zone et à des distances très-rapprochées; quelquefois une même masse, telle que celle de Mésangé, aux environs d'Ancenis, se présente en certains endroits sous forme d'un véritable granite; puis, à côté, le feldspath, le mica et le quartz deviennent moins abondants, se fondent au milieu d'une pâte pétrosiliceuse; et après avoir passé du granite au porphyre quartzifère, la roche se transforme peu à peu en une masse compacte, à cassure esquilleuse, qui n'est autre qu'un pétrosilex. Il est beaucoup de parties de la France où le même passage se voit entre les

granites et les porphyres quartzifères, ainsi que l'ont déjà constaté MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, dans leurs beaux Mémoires sur le massif central de la France et sur les Vosges. (1er volume du texte de la *Carte géologique de France.*)

» Il y a donc une liaison très-intime entre ces trois substances : le granite, le porphyre quartzifère et le pétrosilex ; des recherches que j'ai entreprises sur la composition des porphyres quartzifères m'ont convaincu que leur composition est semblable à celle des pétrosilex, et que généralement elle se trouve comprise entre les deux compositions de pétrosilex citées plus haut.

» De même que les granites et les pétrosilex, les porphyres quartzifères renferment les deux alcalis, la potasse et la soude; j'ai reconnu leur présence simultanée par de nombreuses analyses; d'ailleurs, comme dans les granites, leur coexistence se manifeste par la présence assez générale de deux sortes de cristaux feldspathiques, d'orthôse et d'albite; néanmoins il y a des porphyres principalement potassiques ou orthosiques, et d'autres sont plutôt sodiques ou albitiques; de même que parmi les pétrosilex, les uns sont plus riches en potasse, et les autres plus riches en soude.

» D'ailleurs la réunion des porphyres, des pétrosilex et des granites est aussi confirmée par l'étude des densités de ces roches, sur lesquelles j'ai fait beaucoup d'expériences. La densité des porphyres quartzifères diffère très-peu, en général, de celle du quartz; elle varie habituellement de 2,62 à 2,68; soit 2,65 pour moyenne. Celle des pétrosilex est ordinairement comprise entre 2,62 et 2,70; soit 2,66 en moyenne. La densité des granites (1) varie habituellement de 2,60 à 2,70; il est très-rare qu'elle sorte de ces limites; on peut prendre pour moyenne 2,65. Ainsi, les densités de ces trois roches ont à peu près les mêmes moyennes et varient entre des limites à peu près égales.

» Quant à l'objection que l'on pourrait déduire de l'ancienneté relative des granites et des porphyres, les granites étant regardés comme plus anciens, elle ne me paraît pas fondée; car j'ai reconnu qu'il y a eu des éruptions de porphyre très-anciennes, antérieures même au terrain de transition; et dans la série des âges géologiques, les porphyres quartzifères, à base d'éléments granitiques, peuvent être considérés comme à peu près contemporains des

---

(1) On indique dans les Traités de minéralogie, la densité de l'orthôse comme variant de 2,39 à 2,58; mais les densités que j'ai mesurées d'un grand nombre d'échantillons d'orthôse extraits des granites ne se sont pas écartées des limites 2,54 et 2,58; soit 2,56 en moyenne. Quant à la densité du mica, elle varie de 2,80 à 2,93; ainsi en moyenne elle est de 2,86.

granites, et cette contemporanéité est quelquefois même rigoureusement exacte : ainsi les observations que j'ai faites en Bretagne m'ont conduit à regarder les masses de porphyres quartzifères que l'on y rencontre abondamment, comme ayant fait éruption en même temps ou à peu près à la même époque géologique que les grandes masses de granite de la même contrée.

» Il serait possible, et certaines observations géologiques semblent confirmer cette manière de voir, que par leur âge comme par leur nature, les porphyres quartzifères de beaucoup de pays ne fussent qu'une dépendance des granites qui s'y trouvent.

» Toutes les considérations concourent donc à justifier la réunion des granites, des porphyres quartzifères et des pétrosilex en une même classe de roches, sans contredit la plus importante de toutes. Ces trois substances, si différentes d'aspect extérieur, constituent les trois termes d'une série, le granite et le pétrosilex étant les termes extrêmes, et les porphyres quartzifères établissant une liaison entre eux. Ainsi les granites ont dû être originairement des masses de composition analogue à celle des pétrosilex; quand leur refroidissement a eu lieu sans partage des éléments, elles sont restées à l'état de pétrosilex; quand la séparation des éléments a été incomplète, il s'est formé un porphyre quartzifère, tantôt avec noyaux de quartz, tantôt avec lames de feldspath; souvent il s'y est développé à la fois du feldspath, du quartz et du mica, et la réunion de ces trois éléments établit un passage des porphyres aux granites. Enfin, lorsque la séparation des éléments a atteint son dernier terme; lorsque la masse ignée, qui était d'abord à l'état d'une pâte molle et homogène, a été entièrement décomposée et s'est résolue en trois ou quatre minéraux différents, elle a donné naissance aux granites : ce sont donc des roches pétrosiliceuses parvenues à un développement complet; les granites porphyroïdes où il reste encore une petite portion de la pâte qui paraît ne pas avoir été entièrement décomposée, nous offrent les dernières traces de l'état originaire de ces roches.

» Ce refroidissement de masses minérales ayant à peu près la même composition chimique, tantôt avec séparation des éléments, tantôt sans aucun partage, peut être comparé au refroidissement de la fonte de fer qui, dans de certaines conditions, abandonne une partie de son carbone sous forme cristalline, et constitue alors des fontes grises ou des fontes noires; tandis que, dans d'autres conditions, elle conserve tout son carbone à l'état de combinaison et forme alors de la fonte blanche. Le refroidissement des alliages métalliques nous offrirait d'autres exemples du même genre.

» Il est vraisemblable que les circonstances du refroidissement ont dû jouer un grand rôle dans ce phénomène, et il paraît qu'un refroidissement plus rapide, tel qu'il a dû avoir lieu dans les masses de pétrosilex ou de porphyres, en général moins étendues que celles des granites, a pu rendre plus difficiles la séparation et la cristallisation des éléments, probablement par l'effet des mêmes causes qui maintiennent tout le carbone à l'état de combinaison dans la fonte de fer refroidie brusquement. On pourrait encore attribuer une certaine influence à des courants électriques développés par suite d'une inégalité de température dans les diverses parties de la masse fluide; mais la composition élémentaire de ces roches, quoique variant dans des limites peu étendues, me paraît aussi devoir être prise en considération; et, sans entrer ici dans des détails sur lesquels je reviendrai par la suite, je me bornerai à faire remarquer que les granites renferment, en général, un peu plus d'alcalis et particulièrement plus de potasse que les porphyres, et surtout que les pétrosilex correspondants; la présence d'une plus grande quantité de potasse, c'est-à-dire d'un élément reconnu par l'analyse comme essentiel au mica et à la matière feldspathique des granites, paraît avoir été éminemment favorable à la cristallisation du feldspath et du mica, qui aura été nécessairement accompagnée d'une élimination de la silice.

» Je terminerai ces considérations en faisant observer que les porphyres quartzifères passant aux pétrosilex, et que ceux-ci n'étant autre chose que des granites compactes, la réunion de ces trois substances permet de considérer l'ensemble des roches ignées sous un point de vue de généralité assez remarquable. Il n'est pas, en effet, de roche dans la nature qui n'ait sa variété compacte; ainsi les roches amphiboliques (diorites ou *grünstein*) ont leurs variétés compactes dans les cornéennes ou aphanites; les roches pyroxéniques (basaltes, dolérites, laves à pyroxène) ont des variétés compactes représentées principalement par les mélaphyres; celles des trachytes le sont par les porphyres trachytiques; celles des roches diallagiques et hypersthéniques, par certaines variétés de trapps. Il serait étonnant que les granites seuls, les roches les plus importantes et les plus répandues, ne se présentassent jamais à l'état compacte; jusqu'à présent ils semblaient faire exception à la loi générale, mais leur réunion avec les porphyres quartzifères et les pétrosilex fait disparaître cette exception et vient remplir une lacune dans la série naturelle des roches ignées. »

M. de Chabannes adresse des suppléments à sa communication sur les *brise-lames flottants.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Guepratte soumet au jugement de l'Académie une Note sur un nouveau *troicart à hydrocèle.* Les modifications qu'il a fait subir à cet instrument ont pour but de prévenir l'injection du liquide irritant dans le tissu cellulaire du scrotum.

(Commissaires, MM. Roux, Velpeau.)

M. Gautier présente une addition à un Mémoire qu'il avait précédemment présenté concernant une *Machine mise en jeu par l'air dilaté au moyen de la chaleur.*

(Commission précédemment nommée.)

M. Herbault adresse de Poitiers (Vienne) une Note sur un *nouveau système de roues* destiné à permettre, aux véhicules qui circulent sur les *chemins de fer,* de tourner dans des courbes d'un petit rayon et de gravir des pentes très-inclinées.

(Commission des chemins de fer.)

M. Pommeraux présente la description et la figure d'un *frein destiné aux voitures des chemins de fer,* frein qui agit de lui-même dès l'instant où le convoi commence à dérailler.

(Commission des chemins de fer.)

M. Jung envoie une Note ayant pour titre : *Nouveau moteur hydraulique.*

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

CORRESPONDANCE.

M. de Humboldt présente, de la part de M. Ehrenberg, un opuscule ayant pour titre : *Nouvelles recherches sur les Organismes microscopiques, et leur distribution géologique.*

« Les découvertes de ce savant naturaliste n'ont pas seulement répandu une vive lumière sur l'organisation d'un si vaste nombre de petits animaux à

carapaces siliceuses et calcaires et vivant encore dans nos mers, elles ont aussi la plus haute importance pour la géologie. M. Ehrenberg annonce, dans le Mémoire qu'il transmet à l'Académie, qu'après avoir poursuivi les Polythalames microscopiques calcaires jusque dans les couches inférieures des oolithes, il vient de découvrir aussi une forme polygastrique dans la grande et ancienne formation de houille de Potchapel, près de Dresde. C'est le *Peridinium monas*, presque identique de forme et de grandeur avec le *Peridinium monas* qui vit dans les eaux de la Baltique, près de Kiel. Déjà le comte Keyserling et M. Blasius, de Brunswick, avaient recueilli des organismes polygastriques dans le calcaire carbonifère du lac Onéga, comme M. Ehrenberg l'avait annoncé dans la séance de l'Académie de Berlin du 24 octobre 1844. Les matériaux se sont accrus par les collections que MM. Bailey, Schomburgk et Darwin ont envoyées des États-Unis, depuis le Niagara jusqu'à l'Orégon, depuis la Guyane anglaise jusqu'à la Terre-de-Feu. Près de 800 de ces formes microscopiques fossiles ont été examinées avec soin ; elles renferment 360 espèces différentes. Les petits organismes des formations tertiaires des États-Unis s'étendant par le Maryland jusqu'aux îles Bermudes, sont toutes pélagiques et cependant purement siliceuses, souvent analogues, par les espèces, aux formes des marnes crayeuses du bassin de la Méditerranée. La matière siliceuse avec laquelle les indigènes de la Terre-de-Feu se fardent est composée, selon M. Ehrenberg, de quatorze espèces polygastriques, animaux d'eau douce, mais fossiles. De nouvelles recherches sur la poussière que les navigateurs recueillent, si souvent attachée à la voilure des vaisseaux, à l'ouest des îles du cap Vert, et par les 15 et 19 degrés de latitude, ont prouvé que cette poussière, qui ôte la transparence à l'atmosphère, est composée de 67 formes organiques mêlées à de l'oxyde de fer. Aucune de ces formes n'a été reconnue jusqu'ici en Afrique ; plusieurs appartiennent à l'Amérique du Sud. M. Ehrenberg a aussi examiné, avec beaucoup de soin, tant le guano du Pérou, rapporté par M. de Humboldt et analysé par Klaproth, que le guano des côtes occidentales d'Afrique. Il y trouve, en tout, soixante-quinze espèces d'organismes microscopiques, et il suppose que ces animaux ont passé par les intestins de poissons ou de vers marins avant d'être arrivés à ceux des oiseaux. »

M. Santini, nommé récemment à une place de correspondant, Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

PHYSIQUE. — *Sur les mouvements vibratoires que déterminent dans les corps, soit la transmission des courants électriques, soit leur influence extérieure.* (Extrait d'une Lettre de M. le professeur DE LA RIVE, de Genève, à M. *Arago*.)

« ...Dans la séance du 21 mars 1844, de notre Société de Physique et d'Histoire naturelle, c'est-à-dire il y a plus d'un an, je fis voir qu'un morceau de fer doux placé dans l'intérieur d'une hélice rendait un son très-prononcé, quand il était successivement aimanté ou désaimanté, par le passage d'un courant électrique discontinu dans le fil métallique de l'hélice. Cette expérience, faite publiquement il y a plus d'un an, et que j'ai montrée à M. Becquerel l'été dernier à son passage à Genève, a été également faite en Angleterre par M. Marrian, de Birmingham, ainsi que cela résulte du compte qui en est rendu dans les journaux anglais et *l'Institut* du 8 janvier dernier. Dans la séance du 15 janvier 1845 de notre Société, je communiquai également quelques expériences, desquelles il résulte que le passage d'un courant discontinu à travers un fil ou un barreau de fer y détermine aussi des vibrations qui produisent un son très-fort. J'ajoutai que ce même effet est produit, mais à un degré moindre, par le passage du courant discontinu à travers tous les autres métaux. Or, je trouve, dans le numéro d'avril de l'*Electrical Magazine*, qui m'est parvenu hier, que M. Beatson, de Rotheram, a observé un fait analogue; mais il se contente d'en faire mention sans entrer dans aucun détail. J'ai réuni, dans un Mémoire qui est actuellement à l'impression, les faits dont je viens de vous entretenir, ainsi que d'autres relatifs à l'aimantation du fer doux. En attendant que ce Mémoire ait paru, et pour constater mon droit de priorité, je me suis décidé à vous adresser ces lignes que vous voudrez bien, j'espère, accueillir avec votre bienveillance accoutumée.

» J'ai disposé sur une table d'harmonie des fils ou des tiges de divers métaux, de différentes longueurs et de différents diamètres; la construction de l'appareil permettait de tendre les fils plus ou moins comme le fil d'un monocorde. Chaque tige ou chaque fil pouvait être disposé de façon à passer à travers l'axe d'une bobine entourée d'un gros fil de cuivre recouvert de soie et tourné en hélice. Je faisais passer le courant, rendu discontinu au moyen d'un commutateur, tantôt à travers le fil métallique lui-même, soumis à l'expérience, tantôt à travers le fil de l'hélice dont il était entouré. Voici maintenant les résultats.

» Avec des tiges ou des fils *de fer,* le son est presque le même, soit qu'il provienne des vibrations produites par le passage du courant discontinu à travers le fil, soit qu'il provienne des vibrations produites par l'aimantation ou la désaimantation qui résulte de la transmission du courant discontinu à travers le fil de l'hélice. Ce fait semblerait prouver que l'arrangement ou le dérangement moléculaire qui résulte de l'aimantation est le même que celui qui résulte de la transmission du courant électrique à travers le fer; cette analogie ne me paraît pas sans importance pour la théorie du magnétisme. Quant au son lui-même, je ne peux pas mieux en donner une idée qu'en le comparant à celui qu'on produit avec la roue dentée de Savart; c'est une suite de bruits résultant du choc de particules métalliques les unes contre les autres, beaucoup plus qu'un son musical. On entend aussi, il est vrai, des sons musicaux: ce sont les harmoniques du son que rendrait la tige ou le fil par l'effet des vibrations transversales; ils proviennent du mouvement vibratoire qu'éprouve le métal, mais ne sont pas un effet direct de l'influence électrique à laquelle il est soumis. On peut, en effet, les faire disparaître en touchant avec la main le corps vibrant, sans que pour cela disparaisse le bruit fondamental.

» Quand le fil de fer est *recuit,* le son qu'il produit par le passage du courant électrique est beaucoup plus fort que celui qu'il rend par l'action alternativement aimantante et désaimantante de l'hélice; c'est l'inverse quand il est *écroui.* Un fil d'*acier* ne rend qu'un son très-faible quand il est traversé par le courant; il en rend un beaucoup plus fort sous l'influence du courant qui traverse le fil de l'hélice. Le son que rend un fil de fer bien recuit quand il transmet le courant est un son très-fort qui ressemble beaucoup au son des cloches d'église dans le lointain. On pourrait peut-être l'employer avec avantage dans les télégraphes électriques.

» Le ton du son varie avec la vitesse avec laquelle les courants discontinus se succèdent; quand cette succession est très-rapide, le son ressemble beaucoup au bruit que fait le vent lorsqu'il souffle fortement. Cette remarque s'applique également au son produit par l'un comme par l'autre mode.

» J'ai soumis à la même double influence, des fils de *platine,* d'*argent,* de *cuivre,* de *laiton,* d'*argentane,* de *plomb,* d'*étain* et de *zinc.* Tous produisaient des sons appréciables, mais plus ou moins intenses, soit quand ils étaient traversés par le courant, soit quand ils étaient soumis à l'action extérieure du courant de l'hélice. Pour chacun, il n'y avait aucune différence sensible entre le son qu'il rendait dans l'un des cas, et celui qu'il rendait dans l'autre.

» Une chose remarquable, c'est que le cuivre, le laiton, le platine, l'argentane ne rendent des sons un peu intenses qu'autant qu'ils n'éprouvent pas de tension sensible. Dès qu'on les tend un peu, l'intensité du son s'affaiblit, et elle devient à peu près nulle quand ils sont fortement tendus. C'est précisément l'inverse pour le plomb, le zinc et l'étain.

» La longueur du fil n'a aucune influence sur le ton du son; elle influe sur son intensité en ce sens que, moins le courant est fort, moins il faut donner de longueur au fil pour que le son soit sensible, du moins quand il s'agit du son qui résulte de la transmission, à travers le fil, du courant électrique.

» Le son que produisent les divers métaux quand ils transmettent un courant électrique discontinu, paraît être dû à des déplacements moléculaires périodiques qui déterminent comme une espèce de frottement des particules les unes contre les autres. Il faut, pour donner naissance à ces vibrations qui sont, au reste, aussi visibles à l'œil que sensibles au toucher, des courants électriques d'une grande intensité; mais il n'est pas nécessaire qu'ils proviennent de piles à haute tension. Cinq éléments de grande dimension d'une pile de Grove m'ont suffi dans la plupart des cas. Les métaux les moins bons conducteurs sont ceux qui m'ont paru donner les effets les plus prononcés. Ainsi, après le *fer*, qui les surpasse tous de beaucoup, vient le *platine*.

» Il faut, pour que l'effet soit prononcé, que le courant rencontre plus de résistance dans le conducteur métallique qu'il doit mettre en vibration que dans tout le reste du circuit, y compris la pile. On voit par là que, de tous les effets du courant, ceux avec lesquels les phénomènes que je viens de décrire ont le plus de rapport, sont les effets calorifiques. Ne se pourrait-il pas que le phénomène général que produit le passage du courant électrique dans tous les corps conducteurs fût un mouvement vibratoire, et que ces vibrations moléculaires donnassent naissance elles-mêmes, suivant les circonstances, à la chaleur, aux décompositions chimiques et aux effets physiologiques?

» J'ai déjà signalé, il y a plusieurs années, un phénomène qui est intimement lié à la production des vibrations par le courant électrique; c'est la désagrégation et le transport des particules qui s'opèrent dans des pointes de charbon ou de métal entre lesquelles passe le courant électrique qui produit un arc lumineux. Il y a deux ans que j'eus l'honneur d'entretenir l'Académie des effets vibratoires qu'on observe dans ce cas, et de montrer à quelques-uns de ses membres, notamment à M. Regnault, l'expérience dans laquelle on perçoit le son qui résulte de ces vibrations. Je tiens encore à

remarquer que le fait signalé par M. Peltier, et que j'ai eu aussi occasion d'observer, savoir que les fils métalliques qui ont servi souvent à transmettre des courants électriques deviennent cassants et friables, trouve son explication dans l'existence des mouvements vibratoires que détermine dans ces fils la transmission du courant.

» Un genre de vibration assez remarquable est celui qu'on obtient en faisant passer le courant discontinu à travers le fil de cuivre recouvert de soie qui est tourné en hélice autour d'une bobine ou d'un bocal en verre. Le son, dans ce cas, est d'un timbre beaucoup plus doux et moins métallique, et en même temps beaucoup plus grave que celui qui est produit par l'influence du courant sur un fil de même diamètre placé dans l'intérieur de l'hélice.

» Le mouvement vibratoire qui résulte de l'aimantation et de la désaimantation successives du fer doux peut se manifester sous des formes très-variées. Je citerai comme l'un des cas les plus curieux, celui où l'on place dans l'intérieur d'une bobine ou d'un bocal entouré du fil métallique roulé en hélice, des très-petites rondelles en tôle très-minces ou de la limaille très-fine de fer. Quand le courant discontinu traverse le fil de l'hélice, on voit les rondelles s'agiter et tournoyer les unes autour des autres de la manière la plus remarquable; la limaille semble parfaitement être en ébullition; si le courant est intense, elle s'élance sous forme de jets de 3 ou 4 centimètres de hauteur, comme autant de petits jets d'eau. Ce mouvement de la limaille est accompagné d'un bruit semblable à celui d'un liquide qui bout.

» J'ai consigné dans mon Mémoire plusieurs autres faits relatifs à l'aimantation du fer doux qui me semblent difficiles à concilier avec les idées reçues, dont je vous épargne l'exposition. Je me borne à vous en signaler un seul, c'est qu'une rondelle très-mince de tôle n'est pas attirée, même à une distance de moins de 1 *millimètre*, par l'arc quelconque des pôles d'un fort électro-aimant de fer doux, pourvu toutefois que le diamètre de l'électro-aimant soit sensiblement plus grand que celui de la rondelle, et que celle-ci soit placée de façon que son centre soit sur la direction de l'axe de l'électro-aimant.

» Je ne terminerai pas cette description de quelques-unes des expériences que j'ai eu l'occasion de faire sur la liaison qui existe entre les déplacements relatifs des particules des corps et les effets de l'électricité et du magnétisme, sans rappeler que tous ces phénomènes tiennent à cette branche importante de la science à laquelle ont donné naissance les observations remarquables que vous fîtes il y a vingt ans, sur l'influence du mouvement dans les actions magnétiques. La découverte du magnétisme, développé dans tous les corps par rotation, dont vous avez enrichi la physique, a ouvert un champ tout

nouveau où il y a encore beaucoup à exploiter; j'espère pouvoir continuer à m'occuper de ce sujet, et je serais bien heureux si je réussissais à éclaircir quelques-uns des points obscurs que présente ce genre de recherches.

Sur l'ozone.

» *P. S.* Je profite de l'occasion qui me fait vous écrire pour ajouter un fait que nous venons d'observer, M. Marignac et moi, en addition à ceux qu'il a fait connaître récemment à l'Académie par l'intermédiaire de M. Dumas. Il s'agit de ce principe que M. Schoenbein a décrit sous le nom d'*ozone*, et qu'il croyait être un élément de l'azote. M. Marignac a fait voir qu'on peut produire de l'ozone sans azote, et il est arrivé à reconnaître que ce ne peut être ou qu'une combinaison particulière d'oxygène et d'hydrogène, ou que de l'oxygène dans un certain état. Cette dernière opinion, pour laquelle je penchais depuis longtemps, a été confirmée par l'expérience suivante que nous avons faite ensemble. Nous avons fait passer à travers un tube un courant d'oxygène parfaitement pur et parfaitement desséché; puis, au moyen de deux pointes de platine, nous avons transmis, à travers cet oxygène, une succession d'étincelles électriques provenant d'une machine ordinaire. L'oxygène a aussitôt manifesté les propriétés de l'ozone, c'est-à-dire qu'il a acquis cette odeur pénétrante et nauséabonde qui la caractérise, qu'il a bleui fortement l'iodure de potassium, etc. Ainsi, pour ne nous en tenir qu'aux résultats mêmes de l'expérience, l'ozone ne provient que de l'oxygène, et pour en avoir la manifestation, le moyen le plus simple et le plus direct, c'est de faire passer à travers l'oxygène une succession d'étincelles électriques. »

CHIMIE. — *Recherches sur le mercure et sur quelques-unes de ses combinaisons; par* M. MILLON. (Extrait.)

« Malgré toutes les raisons qu'on a de penser que les composés mercuriels sont bien définis et bien appréciés dans leurs réactions, on prend très-vite dans le laboratoire un sentiment contraire. Les faits embarrassent, en pratique, et laissent du doute au milieu des circonstances les plus simples.

» J'ai cherché à produire, dans ce travail, quelques notions plus exactes et à porter une certaine correction dans les faits les plus élémentaires. Je m'estime heureux d'avoir inspiré à MM. Lefort et Roucher le désir d'étendre à plusieurs parties de l'histoire des composés mercuriels l'entreprise que j'indique ici. J'ai pu m'éclairer et m'aider des résultats qu'ils obtenaient près de moi, et cette assistance a eu plusieurs fois le caractère d'une vraie collaboration.

Distillation du mercure.

» Lorsqu'on distille le mercure, après l'avoir agité avec une petite quantité d'acide nitrique propre à dissoudre les métaux facilement oxydables, on reconnaît que la distillation se fait avec plus de lenteur au moment où l'on volatilise les dernières portions du métal. Si l'on recueille alors séparément le mercure qui a distillé au commencement et celui qui a distillé à la fin, on constate sans peine dans ces deux portions une inégale volatilité.

» J'ai mis à part le premier et le dernier kilogramme distillés d'une masse de 50 kilogrammes de mercure; chacun de ces deux kilos a été redistillé, puis soumis à l'épreuve que je vais décrire.

» J'ai fait choix de quatre petites cornues sensiblement pareilles qui pouvaient contenir 100 grammes de mercure de manière à en être à demi remplies. Ces quatre cornues chargées de 100 grammes de mercure ont été plongées dans un même bain d'alliage en fusion. La chaleur du bain a ensuite été élevée jusqu'à ce que le mercure des cornues fût en ébullition. Le métal distillé se condensait dans le col, était recueilli, puis pesé. Les quatre cornues ne débitaient pas autant l'une que l'autre, mais en mettant de côté celles qui s'écartaient le plus, il a été facile d'en conserver deux qui, soumises à l'épreuve précédente, fournissaient une quantité de mercure sensiblement égale. Ainsi, dans trois opérations suivies parallèlement avec ces deux cornues que je désignerai par les lettres A et B, j'ai obtenu de 100 grammes de mercure :

		Mercure distillé dans le même temps.
Première opération.	Cornue A, mercure distillé.	$48^{gr},5$
	Cornue B, mercure distillé.	$47^{gr},5$
Deuxième opération.	Cornue A, mercure distillé.	$69^{gr},0$
	Cornue B, mercure distillé.	$63^{gr},0$
Troisième opération.	Cornue A, mercure distillé.	$66^{gr},0$
	Cornue B, mercure distillé.	$64^{gr},0$

» Il est à remarquer que, dans ces trois expériences, la cornue A a toujours débité un peu plus que la cornue B. C'est une circonstance dont j'ai tenu compte dans les expériences suivantes.

» Voici maintenant les différences constatées en soumettant, comparativement à l'épreuve du bain d'alliage, du mercure qui provenait du premier et du dernier kilogramme retirés de la distillation des 50 kilogrammes de mercure.

» La cornue A, qui débite le plus, a reçu le mercure retiré à la fin de la distillation : la cornue B a reçu le mercure retiré au commencement.

		Mercure distillé dans le même temps.
Première opération.	Cornue A, contenant 100 grammes.. . .	19gr,0
	Cornue B, contenant 100 grammes.. . .	49gr,0
Deuxième opération.	Cornue A, contenant 100 grammes.. . .	15gr,7
	Cornue B, contenant 100 grammes.. . .	41gr,5

» Il faut avoir soin, dans ces distillations comparatives, de modérer la température du bain d'alliage, dès que le mercure commence à tapisser le dôme de la cornue.

» Du mercure affecté d'une manière aussi marquée dans son mode de distillation devait offrir quelque différence dans son degré de pureté; mais j'ai vainement cherché à constater cette différence par les réactifs. Le mercure du premier et celui du dernier kilogramme se sont comportés de la même façon dans tous les essais que j'ai tentés.

» J'ai songé alors à rechercher si l'addition de métaux étrangers, en quantité assez petite pour échapper à l'analyse, ne pourrait pas changer la volatilisation du mercure.

» L'expérience m'a fourni des résultats très-dignes d'intérêt : il suffit, en effet, d'un millième ou même d'un dix-millième de métal étranger pour que le mercure, soumis à la distillation parallèle des deux cornues, présente les différences les plus caractéristiques.

» Un dix-millième de plomb ajouté au mercure arrête presque entièrement sa distillation.

» Dans ces expériences comparatives, j'ai toujours eu soin d'introduire dans la cornue A, légèrement accélératrice, le mercure qui distillait plus difficilement.

» Je consigne ici les nombres fournis après l'addition du plomb :

	Sur 100 *grammes de mercure.*	Mercure distillé dans le même temps.
Première opération.	Cornue A, mercure additionné de $\frac{1}{10000}$ de plomb.	5gr,0
	Cornue B, même mercure, sans plomb.	67gr,0
Deuxième opération.	Cornue A, mercure additionné de $\frac{1}{10000}$ de plomb.	2gr,2
	Cornue B, même mercure, sans plomb.	55gr,0

» Le zinc a été substitué au plomb, toujours dans la proportion d'un dix-millième. L'influence s'est exercée dans le même sens.

		Mercure distillé dans le même temps.
Première opération.	Cornue A, 100 gr. de merc. addit. de $\frac{1}{10000}$ de zinc.	$6^{gr},5$
	Cornue B, même mercure, sans zinc.	$57^{gr},0$
Deuxième opération.	Cornue A, 100 gr. de merc. addit. de $\frac{1}{10000}$ de zinc.	$2^{gr},5$
	Cornue B, même mercure, sans zinc.	$37^{gr},5$

» L'addition d'un millième et d'un dix-millième d'or n'a rien changé au mode de distillation.

» Le platine a exercé une action inverse de celle du plomb et du zinc : il accélère la distillation, mais moins que le zinc et le plomb ne la retardent. On en peut juger par deux expériences :

		Mercure distillé dans le même temps.
Première opération.	Cornue B, 100 gr. de merc. avec $\frac{1}{10000}$ de platine. .	$89^{gr},5$
	Cornue A, 100 gr. du même mercure, sans platine.	$70^{gr},0$
Deuxième opération.	Cornue B, 100 gr. de merc. avec $\frac{1}{10000}$ de platine. .	$86^{gr},0$
	Cornue A, 100 gr. du même mercure, sans platine.	$70^{gr},0$

» Pour obtenir cette accélération, il faut avoir soin de faire digérer le platine avec le mercure, durant un jour ou deux, à une température de + 50 à + 80 degrés. Sans cette précaution, le platine n'apporte pas un changement notable à la distillation. Lorsque le mercure a reçu cette petite quantité de platine, il se modifie dans quelques-unes de ses propriétés. Il se soulève en bulles dans le verre où on l'agite, à peu près comme ferait une eau très-légèrement albumineuse. Il adhère si fortement au verre par la chaleur, qu'il l'étame au moins aussi bien que les alliages de bismuth indiqués pour cet objet; mais cet étamage se détruit peu à peu par le refroidissement. Enfin ce mercure platinisé ne forme plus une surface convexe dans les flacons où on le conserve; et si on le recouvre d'eau, la couche d'eau inférieure et la couche de mercure supérieure se touchent par une surface plane.

» Ainsi des quantités extrêmement petites exercent sur certaines qualités du mercure des influences qui rappellent celle du graphite sur le fer, dans l'acier. Cette influence des petites quantités métalliques sur des masses métalliques ne se bornera sans doute pas au mercure. C'est un fait dont les industries doivent prendre note, ce me semble; et l'importance du mercure pour la confection du baromètre exige déjà qu'on prenne en considération les faits que je signale.

Dosage du mercure.

» Les nombreux essais que j'ai tentés pour le dosage du mercure m'ont éloigné des différentes méthodes dans lesquelles ce métal se dose par la voie humide. Qu'il soit réduit, qu'il soit dosé à l'état de sulfure ou de protochlorure, on trouve dans l'exécution de ces procédés des inconvénients qu'il serait trop long de discuter dans un extrait.

» M. Etteling et M. Bunsen ont eu recours à une méthode particulière qui repose sur une véritable réduction du mercure par la voie sèche. Cette même méthode fait la base des moyens que MM. Erdmann et Marchand ont adoptés en cherchant à déterminer de nouveau l'équivalent du mercure. C'est aussi à cette méthode que je me suis arrêté, après en avoir constaté la précision.

» Je me suis attaché seulement à la rendre aussi facile et expéditive que possible, sans lui rien ôter de sa sûreté.

» La modification la plus importante consiste à réduire le composé mercuriel dans un courant d'hydrogène.

» L'hydrogène est un des gaz dont le dégagement se fait avec le plus de régularité; il facilite singulièrement la destruction de tous les composés mercuriels, et son courant continu provoque l'expulsion de l'eau qui accompagne la réduction des composés mercuriels, en même temps qu'il aide à la condensation du mercure dans le renflement du tube où il doit être recueilli et pesé.

» L'hydrogène doit être desséché, afin de favoriser l'entraînement de l'eau; le gaz sec passe ensuite dans un tube de verre rempli de grenaille de cuivre et chauffé au rouge. Ce moyen a été le plus efficace pour conserver au mercure, retiré de l'analyse, tout son brillant métallique. C'est, dans tous les cas, un moyen commode de purifier l'hydrogène.

» Au sortir du tube de cuivre, l'hydrogène pénètre dans le tube contenant le produit mercuriel.

» Ce tube doit être long de 35 à 40 centimètres et du calibre ordinaire des tubes à analyse organique. A une petite distance de son extrémité libre, ce tube a dû être étiré, puis effilé tout à fait à sa pointe, qui se relève en se courbant; il présente ainsi une longueur de 8 à 10 centimètres comprise entre deux étranglements.

» Pour effectuer l'analyse, la partie étranglée du tube est séparée de la longue portion par un peu d'amiante: on fait tomber sur cette amiante une colonne de chaux anhydre, réduite en petits fragments dans l'étendue de 15 à 20 centimètres. On introduit ensuite le composé mercuriel, dont la quan-

tité peut varier de 1 gramme à 4 grammes; puis on achève de remplir le tube avec de la chaux semblable à la première. Dans l'analyse des nitrates de mercure, il faut remplacer la chaux par du cuivre métallique.

» Le tube est alors couché sur une grille à analyse organique; il reçoit le courant d'hydrogène par son extrémité non effilée, et l'on procède à l'application de la chaleur, comme s'il s'agissait d'une substance organique. Les charbons ardents sont insensiblement rapprochés du sel de mercure, et lorsqu'ils sont à son voisinage, on en porte quelques-uns en arrière. On contribue ainsi à éviter la rétrocession du métal.

» L'eau se montre la première dans la partie étranglée du tube qui est restée vide. On la chasse en chauffant légèrement, puis on laisse refroidir le verre; le mercure ne tarde pas à se montrer à son tour et se condense sans aucune difficulté. On sépare, à la fin de l'expérience, la partie étranglée du tube qui contient le mercure, en mouillant légèrement le verre échauffé. On pèse cette partie du tube avec le mercure qu'elle contient; on fait tomber ensuite le métal qu'on achève d'enlever avec un peu d'acide nitrique. On lave, on dessèche, et l'on pèse de nouveau. La différence de ces deux pesées donne le poids du mercure.

» Dans des expériences faites à blanc, 3 et 4 grammes de mercure métallique ont pu être chassés d'une extrémité du tube à l'autre, et se sont retrouvés dans la portion étranglée du tube, sans la moindre perte.

» Quant aux analyses, elles exigent tout au plus le temps d'une combustion organique, et les résultats qu'elles fournissent offrent une concordance remarquable.

» Cette précision m'a engagé à tenter quelques expériences pour la détermination de l'équivalent du mercure.

» Je suis parti du bichlorure de mercure. Ce sel avait été dissous dans l'éther, desséché, puis volatilisé dans un ballon bien sec. Les cristaux disposés en longues aiguilles étaient solubles sans résidu dans l'alcool et dans l'éther.

Première analyse.

Sel employé.	Mercure obtenu.	En centièmes.
1,217	0,899	73,87

Deuxième analyse.

Sel employé.	Mercure obtenu.	En centièmes.
2,5785	1,9035	73,82

» En calculant l'équivalent du mercure sur celui du chlore exprimé par

442,64, on obtient pour l'équivalent du mercure :

Première expérience........	1251,02
Deuxième expérience........	1248,24

Ces deux nombres sont très-rapprochés de ceux qui ont été obtenus par MM. Erdmann et Marchand; ces chimistes ont trouvé 1250,9 pour l'équivalent du mercure, nombre très-différent de 1265,92 adopté jusqu'ici.

» Les différentes formules que j'ai établies dans le courant de ce travail ont été calculées avec 1250,9.

Bioxyde et oxydochlorures de mercure.

» Le bioxyde de mercure se présente avec deux aspects différents.

» Il est jaune lorsqu'on l'obtient en mélangeant une solution de bichlorure de mercure à une lessive de soude ou de potasse. Peu importe que les deux dissolutions se mélangent à chaud ou à froid, pourvu que la liqueur alcaline soit en excès.

» Le bioxyde est rouge lorsqu'on l'obtient en calcinant un nitrate de mercure; mais il est encore rouge lorsqu'il se sépare d'une solution d'acétate de bioxyde que l'on chauffe, ou bien lorsqu'on traite certains oxydochlorures que je ferai connaître plus loin, par les alcalis caustiques ou par les carbonates alcalins en solution concentrée. Bien que, dans ces deux dernières circonstances, l'oxyde de mercure se sépare par la voie humide, il est d'une teinte rouge au moins aussi foncée que s'il provenait de la calcination des nitrates.

» Quelle que soit d'ailleurs la couleur ou le mode de préparation du bioxyde de mercure, il est anhydre. M. Schauffner a récemment indiqué un hydrate de bioxyde qui contiendrait jusqu'à 3 équivalents d'eau: il m'a été impossible de le reproduire tout en suivant les indications que fournit l'auteur de cette découverte. Je n'ai d'ailleurs jamais rien rencontré, malgré des préparations nombreuses et variées, qui pût me faire soupçonner une combinaison d'eau et de bioxyde de mercure.

» Mais l'oxyde jaune ne diffère-t-il de l'oxyde rouge que par une moindre cohésion; ou bien ces deux oxydes d'une cohésion différente doivent-ils encore être distingués par leur mode d'affinité? C'est un point sujet à discussion : M. Gay-Lussac affirme l'identité chimique, et M. Pelouze la conteste.

» Dans une comparaison très-étendue des deux oxydes, j'ai vu reparaître incessamment des différences sensibles entre l'oxyde jaune et le rouge. Quant

à ce dernier, il s'est toujours comporté de même, qu'il fût obtenu par la voie sèche ou par la voie humide.

» Deux réactions directes m'ont semblé surtout établir une séparation marquée. La première a été fournie par l'acide oxalique; cet acide, en solution aqueuse, attaque presque instantanément à froid l'oxyde jaune qu'il blanchit et convertit en oxalate de bioxyde tout à fait blanc. L'oxyde rouge résiste au contraire; il peut bouillir dans la même solution d'acide oxalique qui attaque si promptement l'oxyde jaune, et sa couleur s'altère à peine.

» La seconde différence se constate à l'aide d'une solution alcoolique de bichlorure de mercure. L'oxyde jaune se convertit en oxydochlorure noir dès qu'on le chauffe dans cette dissolution. L'oxyde rouge ne change pas d'aspect.

» Une ébullition très-prolongée peut, il est vrai, convertir peu à peu l'oxyde rouge en oxalate blanc, ou en oxydochlorure noir. Mais n'est-ce point alors le cas d'une transformation isomérique?

» Si les deux oxydes envisagés en eux-mêmes laissent encore un doute, l'étude des oxydochlorures le dissipe entièrement.

» Je suis forcé de retrancher ici le détail d'expériences nombreuses qui m'ont fait passer en revue les différentes circonstances dans lesquelles se produisent ces oxydochlorures. Les chimistes qui ont eu lieu de suivre leur formation savent quelle variété d'aspect s'observe dans ces combinaisons. Les circonstances qui leur donnent naissance ne sont pas moins variées. Les carbonates alcalins et les bicarbonates, les chlorures d'oxyde et les hypochlorites, les solutions de soude, de potasse, de chaux, de baryte et de strontiane peuvent également déterminer la précipitation de ces oxydochlorures.

» En employant une solution de bicarbonate, on est loin d'observer dans l'oxydochlorure la même couleur et souvent la même composition, que si l'on faisait usage d'une solution de carbonate neutre.

» La concentration des liqueurs, leur température, les proportions réagissantes et le temps durant lequel leur action s'exerce, apportent des différences très-marquées dans la nature des produits. Il se peut même, ainsi que j'ai déjà eu lieu de le signaler, que deux solutions semblables, l'une de bichlorure de mercure, l'autre de bicarbonate, employées dans les mêmes proportions, engendrent des oxydochlorures très-distincts. Il suffit d'ajouter, d'un côté, certain oxydochlorure noir de constitution particulière.

» C'est d'abord par la couleur que ces différences se traduisent : ces oxydochlorures, généralement colorés, offrent les couleurs rouges les plus vives,

et quelquefois, au contraire, les plus ternes : le pourpre, le violet, le brun, le noir foncé, l'éclat brillant de l'or massif, le jaune ocreux ; l'état amorphe ou cristallin, l'aspect mat ou chatoyant, se montrent tour à tour.

» Malgré cette multiplicité de couleurs et de formes, l'analyse chimique ne constate jamais que deux compositions différentes.

» La première s'exprime par

$$HgCl, 2HgO;$$

c'est un oxydochlorure bibasique.

» La seconde se représente par

$$HgCl, 3HgO;$$

c'est un oxydochlorure tribasique.

» Mais, lorsqu'on traite ces oxydochlorures par une lessive alcaline, on arrive à se rendre compte des variétés presque infinies qui viennent d'être signalées. Dans certains cas, en effet, on retire de l'oxydochlorure un oxyde jaune caractérisé par sa couleur, et surtout par les deux réactions qui ont été indiquées plus haut. Dans d'autres cas, la liqueur alcaline dégage de l'oxydochlorure un oxyde rouge, inattaqué par l'acide oxalique et par la solution alcoolique de bichlorure.

» Quelquefois aussi on retire de ces oxydochlorures de véritables oxydes intermédiaires qui participent des propriétés de l'oxyde rouge et de l'oxyde jaune. De sorte qu'il existe une combinaison de 2 équivalents d'oxyde rouge avec 1 équivalent de bichlorure; puis une autre combinaison de 2 équivalents d'oxyde jaune avec 1 équivalent de bichlorure. La première de ces combinaisons est d'un noir de jais; la seconde, d'une couleur jaune orangée. Ces deux combinaisons extrêmes sont isomères; et, de plus, entre elles se placent d'autres composés isomériques, rouges, violets, ocreux; en un mot, excessivement variés dans leur nuance, sans que celle-ci puisse s'expliquer par un mélange du jaune et du noir, sans que le microscope permette d'y reconnaître plusieurs formes confondues ensemble.

» Parallèlement à la série de l'oxydochlorure bibasique, existe une autre série moins étendue, mais encore très-variée, appartenant à l'oxydochlorure tribasique.

» Si je ne me trompe, c'est jusqu'ici le seul exemple d'une isomérie minérale aussi parfaite. Elle se déclare, en outre, avec une fécondité qui ne le cède en rien à l'isomérie organique. »

CHIMIE. — *Mémoire sur les protosels de mercure, et sur les produits ammoniacaux qui en résultent; par* M. Jules Lefort. (Extrait.)

« Ce travail comprend l'étude de plusieurs protosels de mercure.

» Je me suis attaché surtout à l'examen des composés qui ont trouvé une application pharmaceutique; mais, comme l'étude comparée de différents sels d'une même série métallique éclaire souvent la constitution de chacun d'eux, j'ai compris dans ce Mémoire quelques sels qui n'ont reçu jusqu'ici aucune application : ainsi, à côté des nitrates formés par le protoxyde de mercure et des produits qui résultent de l'action de l'ammoniaque sur les sels de la même base, j'ai placé un examen nouveau du carbonate, du nitrite, de l'oxalate, de l'iodate et de l'acétate.

» J'ai dosé, autant que possible, le plus grand nombre des éléments contenus dans ces différents sels. J'ai eu recours, pour la détermination du mercure, à la méthode analytique que M. Millon a fait connaître; j'ai dû y introduire, suivant chaque espèce saline, quelques modifications légères.

» Les formules qui représentent ces différents sels ont été calculées avec le nouvel équivalent du mercure, 1250,9, donné par MM. Erdmann et Marchand.

» La détermination de l'azote était surtout indispensable pour fixer les formules qui expriment la composition des nitrates. Je me suis très-bien trouvé pour cette détermination de l'appareil qu'emploient MM. Millon et Reiset.

» Comme la détermination de l'eau, en même temps que celle de l'azote et du mercure, était le seul moyen de lever quelques doutes qui me restaient sur la formule des nitrates de mercure, je me suis attaché à en faire le dosage exact.

» Je n'ai pu réussir à séparer l'eau du mercure, mais je suis très-bien parvenu à condenser simultanément le mercure et l'eau; comme la proportion du mercure m'était très-exactement connue, j'ai obtenu le poids de l'eau en retranchant le poids du mercure.

» L'appareil appliqué au dosage du mercure reçoit un courant de gaz acide carbonique pur et sec; puis à l'extrémité de cet appareil, on adapte un tube de chlorure de calcium pesé.

» Le mercure et l'eau qui proviennent de la décomposition du nitrate se rendent soit dans le renflement destiné à condenser le mercure, soit dans le tube à chlorure de calcium.

» Dans plusieurs cas, j'ai eu lieu de me demander si les composés de protoxyde de mercure étaient de véritables combinaisons ou de simples mélanges; la question est d'une extrême délicatesse, je n'oserais pas affirmer que je l'ai entièrement résolue. J'ai reconnu, néanmoins, qu'en frottant quelques instants les produits obtenus par le protoxyde de mercure sur une lame d'or, celle-ci blanchissait avec les uns et restait intacte avec les autres. Lorsque la lame d'or blanchissait, je ne tardais pas à reconnaître, par l'emploi des moyens usités, la présence du mercure métallique et celle des sels de bioxyde. Il m'a semblé que ce réactif portait moins atteinte que les autres à la constitution des composés mercuriels.

» Je n'entrerai pas dans les détails d'analyse et de préparation qui m'ont servi à obtenir les protosels de mercure que j'ai nommés plus haut. Je me bornerai à dire que j'ai dû presque toujours m'écarter des préparations indiquées, et que tous ces sels sont anhydres et monobasiques.

» Les nitrates seuls m'ont offert une exception très-remarquable. Je n'entrerai pas ici dans les détails de préparation que j'ai consignés très-longuement dans mon Mémoire; je me borne à exprimer ici la formule de ces nitrates.

» Ces différents sels peuvent être rattachés à un groupement tout à la fois polyatomique et hydrique $(Hg^2O)^2, HO$. Ce groupement subirait en même temps, dans son union avec l'acide nitrique, les règles des bases polyatomiques et des bases hydriques.

Nitrate biatomique neutre.......	$AzO^5, HO, (Hg^2O)^2, HO$;
Nitrate biatomique acide........	$AzO^5, (Hg^2O)^2, HO + AzO^5, 4HO, \frac{HO}{2}$;
Le même sel déshydraté.........	$AzO^5, (Hg^2O)^2, + AzO^5, HO$;
Nitrate intermédiaire...........	$3AzO^5, (Hg^2O)^2, HO + AzO^5, HO$.

Ce nitrate intermédiaire représente une combinaison de nitrate neutre et de nitrate acide.

» Dans ces combinaisons successives, on remarque constamment une élimination d'eau, ainsi que cela s'observe d'ailleurs dans toutes les combinaisons salines.

Action des alcalis et de l'ammoniaque caustique sur les protosels de mercure.

» M. Guibourt est le premier qui ait annoncé que le protonitrate et le protochlorure de mercure en présence de la potasse ou de la soude caustique, donnaient un mélange de mercure métallique et de bioxyde de mercure, au lieu de protoxyde de ce métal, comme on le pensait.

» On est revenu sur cette réaction des alcalis, à plusieurs reprises, et avec des conclusions diverses.

» Je me suis placé dans les conditions les plus propres à fournir le protoxyde de mercure, et j'ai successivement agi sur une très-grande variété de sels : carbonate, oxalate, iodate, acétate, etc.; le produit que j'obtenais a toujours blanchi une lame d'or, et s'est toujours comporté comme un mélange de bioxyde et de mercure métallique.

» L'ammoniaque a paru jusqu'ici exercer une action très-distincte de celle des alcalis, et des travaux assez récents ont assigné des formules particulières aux composés qui résultent de l'action de l'ammoniaque caustique sur le protosulfate, le protochlorure et le protonitrate de mercure.

» Les expériences et les analyses que j'ai faites, me portent à croire que l'ammoniaque ne diffère de la potasse et de la soude que par l'action propre qu'elle exerce sur les bisels de mercure. Toutes les fois que l'ammoniaque caustique, affaiblie ou concentrée, agit sur un sel mercuriel de protoxyde, on retrouve dans le produit noir ou grisâtre qui se forme, la propriété de blanchir une lame d'or; on y constate, en outre, tous les caractères qui appartiennent aux bisels de mercure ammoniacaux qui peuvent se former en vertu de la réaction propre de l'ammoniaque sur les bisels de mercure.

» Le protochlorure de mercure donne seul, avec l'ammoniaque caustique, un mélange toujours composé de même; mais cette constance de composition s'explique très-bien par l'insolubilité complète du précipité blanc, insolubilité qui égale pour ainsi dire celle du mercure métallique.

» Avec tous les autres sels, la proportion de mercure s'accroît en raison de la solubilité du bisel ammoniacal, soit dans l'eau, soit dans l'ammoniaque caustique.

» Ainsi, en faisant agir l'ammoniaque en excès dans un grand état de concentration sur le précipité que forme le protosulfate de mercure, on obtient, comme résidu, du mercure coulant.

» Avec le protonitrate de mercure, l'ammoniaque fournit un mélange dont les proportions varient avec une extrême facilité. Comme les produits qui résultent de cette réaction ont trouvé un emploi assez fréquent en médecine sous le nom de *mercure soluble d'Hannemann,* j'ai établi par l'analyse les variations que peut présenter la composition de ce produit, pour peu qu'on modifie les circonstances de sa préparation.

» Il suffit, comme on va le voir, d'opérer à 0 degré ou à 25 degrés et de laver plus ou moins, pour obtenir dans le mélange des proportions de mer-

cure très-différentes, bien qu'on se tienne, sauf ces variations légères de lavage ou de température, dans les conditions prescrites par les formulaires.

Analyse du mercure soluble d'Hannemann.

Préparé à o degré, et lavé 8 fois.	Préparé à o degré, et lavé 16 fois.	Préparé à 25 degrés, et lavé 8 fois.	Préparé à 25 degrés, et lavé 16 fois.
Mercure p. 100, 83,42	Mercure p. 100, 89,47	Mercure p. 100, 84,94	Mercure p. 100, 91,11

Étude cristallographique des nitrates de protoxyde de mercure; par M. Descloizeaux.

Nitrate biatomique neutre.

« Prisme oblique non symétrique de 126 degrés, dans lequel la base fait avec une des faces latérales, un angle de 98 degrés et avec l'autre un angle de 133°10′.

» Les trois arêtes qui se réunissent à l'angle solide obtus sont entre elles à peu près comme les nombres

$$b : c : h : 47 :: 45 : 40.$$

Nitrate biatomique acide.

» Forme primitive, rhomboèdre obtus de 102° 50′. Cristaux offrant généralement le rhomboèdre basé, modifié sur les angles latéraux par un autre rhomboèdre, et sur les arêtes latérales par les faces du prisme hexagonal régulier.

Nitrate intermédiaire.

» Prisme rhomboïdal droit de 96° 8′, dans lequel un côté de la base est à la hauteur dans le rapport des nombres

$$500 : 127.$$

» Gristaux généralement allongés suivant l'axe vertical, et aplatis parallèlement à la grande diagonale de la base. »

OROGRAPHIE. — *Nouvelle Note sur l'altitude de Biskra.* (Extrait d'une Lettre de M. H. **Fournel**, ingénieur en chef des Mines, à M. *Élie de Beaumont.*)

« Je vois, dans le *Compte rendu* de la séance du 31 mars 1845, que j'ai reçu hier, une hauteur de Biskra, donnée par M. Aimé, et qui diffère peu, non de celle qu'il donne pour moi, mais de celle que j'ai réellement donnée. Peu importe, vu la distance qui existe entre les termes de comparaison; mais il adopte 606 mètres pour la hauteur de Constantine au-dessus de la mer, et je crois ce chiffre erroné.

» Celui de 650 mètres, que j'avais adopté, et qui m'avait été fourni par le docteur Vital, ne m'avait pas été donné au hasard par lui. Ce chiffre résulte, je crois, d'un travail géodésique qui a été fait, dans cette province, par M. Boblaye; mais, avant de vous affirmer ce point, je veux en écrire au docteur Vital, et je ne puis guère avoir sa réponse avant quinze ou vingt jours.

» En attendant, il se trouve une réponse toute faite dans les résultats que je vous ai adressés, et qui ont été insérés dans le *Compte rendu* de la séance du 24 mars 1845; il ne reste qu'à la faire ressortir des chiffres publiés dans ce *Compte rendu.*

12 observations, faites à Bougie, donnent, pour la hauteur de Sétif au-dessus de la mer (page 881)	1093^{m},900
5 autres observations donnent (page 882)	1094^{m},635
	2188^{m},535
Hauteur de Sétif au-dessus de la mer	1094^{m},267

» Sétif et Bougie sont assez rapprochés pour que cette moyenne de 17 observations inspire quelque confiance.

» On lit encore, page 882 :

« 34 observations faites à Constantine, du 24 février au 28 mars 1844
» inclusivement, à midi, donnent, pour moyenne,

» 0^{m},70724 ..... 12°,5.

» Les observations faites, à Sétif, les mêmes jours et à la même heure,
» donnent, pour moyenne,

» 0^{m},66935 ..... 8°,8. »

En partant de ces éléments, on trouve que Sétif est au-dessus de Contantine à.	451^{m},495;	
mais Sétif est à.	1094^{m},267	au-dessus de la mer;
donc Constantine est à.	642^{m},772	au-dessus de la mer.

» J'ai beaucoup plus de confiance dans cette vérification que dans celle faite par M. Aimé : 1° parce que Constantine est moins loin de Sétif que de Bone; 2° parce que Sétif et Constantine sont dans des positions beaucoup plus semblables que Bone et Constantine, et que, par suite, la marche des instruments doit y être plus comparable.

» On peut maintenant discuter sur la hauteur de Sétif; pour moi, la discussion est close. Je continuerai le cours de mes observations, sûr que je suis du soin avec lequel elles sont faites. »

GÉOLOGIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. Ed. Collomb *à* M. Élie de Beaumont.

L'auteur donne d'abord des détails sur une collection de *galets striés* qu'il a recueillis dans les dépôts erratiques de la vallée de Saint-Amarin. Cette collection est destinée à être mise sous les yeux des Commissaires chargés de rendre compte des travaux de M. Ed. Collomb, sur les traces que les phénomènes erratiques ont laissées dans cette partie des Vosges.

La Lettre contient en outre les observations suivantes, faites à l'occasion des neiges tombées dans les Vosges, en février 1845.

« Notre hiver, dit M. Collomb, a été remarquable par la prodigieuse quantité de neige qui s'est accumulée sur certains points; nos communications dans la montagne ont été interrompues pendant plusieurs semaines. Le plus grand froid que nous avons eu a été de 25 degrés centigrades au thermomètre minima, dans la nuit du 10 février. J'ai fait plusieurs ascensions sur nos montagnes pendant ces grandes neiges, c'est-à-dire quand elles ont été suffisamment tassées et gelées pour pouvoir porter. Il y a un fait qui m'a frappé, et qui a excité mon attention et celle des personnes qui étaient avec moi pendant une course au ballon d'Alsace, le 23 mars dernier; c'est la couleur particulièrement bleue de la neige partout où elle se trouvait en grande masse. Cet effet ne pouvait provenir du reflet du ciel, il était, ce jour-là, d'un ton gris et couvert. Ce n'était pas une illusion d'optique, puisque les gens du pays ont aussi remarqué cette teinte bleue comme étant particulière à la neige tombée tard cette année; ils affirment que l'hiver dernier elle était beaucoup

plus blanche. Cette couleur était facile à constater, en enfonçant un bâton de 60 à 90 centimètres dans la neige, et en lui imprimant un mouvement circulaire, de manière à former un entonnoir; le fond apparaissait en bleu. Cette nuance était surtout prononcée sur les tranches de neige poudreuse; quand elle passe au névé gros grains, elle perd son bleu et devient blanc-grisâtre.

» Le sommet du Ballon de Guebwiller (1 431 mètres), qui est taillé en forme de dôme, était, ce jour-là, complétement dépourvu de neige, il était littéralement couvert d'une croûte de glace. Pour gravir au point culminant, quoique la pente ne soit pas très-forte, il fallait décrire une longue hélice autour du cône pour ne pas être entraîné. Cette glace est dure, compacte, elle prend les formes les plus bizarres en se moulant sur les différents accidents du terrain; elle est parfois imbriquée comme les tuiles d'un toit; son épaisseur varie depuis quelques centimètres jusqu'à 60 centimètres.

» Le sommet d'une autre montagne de nos environs, le Drumont (1 300 mètres), que j'ai visité quelques jours auparavant, était aussi dégagé de neige et couvert d'une calotte de glace. Ce fait était d'autant plus frappant que, pour arriver au sommet, il fallait marcher pendant trois heures sur une neige qui, dans certains endroits, avait atteint une épaisseur de 5 à 6 mètres.

» Sur d'autres points de notre vallée, nous avons eu des avalanches d'une assez forte puissance, avec tous les accessoires qui les distinguent; chose assez rare dans les Vosges. J'en ai visité une le 6 de ce mois, en compagnie de M. Dollfus le naturaliste. Cette avalanche est partie du col du Rothenbach, et s'est précipitée au fond de Wildenstein, entraînant dans sa chute une grande quantité d'arbres d'assez fort calibre, de blocs de granit, de cailloux, de sable et de boue. Du point où l'avalanche a commencé, jusqu'au talus terminal, la pente moyenne est de 25 à 30 degrés seulement, et la distance totale parcourue s'étend sur une ligne de 1 000 à 1 200 mètres. Elle a pris naissance sur un terrain en pente douce, couvert d'un gazon de montagne ras et lisse; des infiltrations d'eaux de sources d'une température un peu plus élevée que 0 degré, qui existent en cet endroit, ont sans doute déterminé la fonte de la couche inférieure de neige, et donné lieu par glissement au premier mouvement d'impulsion. A quelques centaines de mètres plus bas que le sol gazonné, commence une forêt dont le terrain a été complétement labouré, et la roche en place mise à nu. Elle est formée d'énormes dalles de granit à gros grains. La vitesse acquise par l'avalanche n'a pas dû être fort grande; on remarque sur le trajet parcouru que les arbres d'une essence élastique, tels que les salix, ont été pliés et courbés jusqu'à terre, sans être par trop déchirés, tandis que ceux d'un bois sec, tels que sapins et hêtres, ont été

cassés net, ce qui fait supposer que la pression s'est exercée d'une manière lente et graduelle.

» Sur les points où l'avalanche a accumulé la neige en grande masse et où le ruisseau a formé, par la fonte, des tranches assez nettes, nous avons pu étudier avec facilité les différentes stratifications de la neige, le passage de la neige en névé, et du névé en glace, tels que MM. Agassiz et Desor l'ont observé dans les hautes régions des Alpes. Sur une épaisseur de quelques mètres, les strates se succèdent dans l'ordre suivant :

» Petit névé ou neige poudreuse ;

» Névé gros grains ;

» Glace de névé ;

» Glace bulleuse ;

» Glace compacte reposant sur le sol.

» Pour que cette neige soit arrivée à cet état de stratification, il a fallu que depuis son tassement, plusieurs circonstances atmosphériques se trouvent réunies; entre autres, une chaleur modérée pendant le jour et des nuits froides, circonstances qui, en déterminant une fonte partielle, ont permis à la masse de s'imbiber d'eau et de se congeler ensuite.

» Sur les pentes où nous les avons observées, les masses de névé, imbibées d'eau, possédaient déjà un mouvement propre. Nous nous en sommes assurés par l'examen attentif des différents obstacles qui sont venus entraver la marche descendante du névé.

» La fonte du névé, déterminée par la chaleur rayonnante d'un tronc d'arbre, devrait former un cercle concentrique à l'arbre, comme cela se voit en plaine; mais, sur un plan incliné, le cercle produit ne demeure pas concentrique, il devient excentrique ; en amont, le mouvement imprimé au névé le fait arriver jusqu'au point de toucher le tronc ; la mousse et les lichens dont il est quelquefois couvert sont usés et frottés de ce côté, tandis que sur la face opposée du tronc, ces cryptogames ont conservé la délicatesse de leurs formes. Nous avons remarqué cette disposition de la fonte excentrique de la neige autour de plusieurs centaines d'arbres, elle est indépendante de l'orientation des plans; que le terrain soit exposé au nord ou au midi, elle n'en existe pas moins. »

ASTRONOMIE. — *Réponse à quelques observations nouvelles sur la découverte de la* variation, *ou troisième inégalité lunaire, par les astronomes arabes du* X^e *siècle; par* M. SÉDILLOT.

La Note de M. Sédillot, dont le titre indique assez l'objet, est terminée par les conclusions suivantes :

« 1°. Hipparque détermine la première inégalité de la Lune (*équation de l'orbite ou du centre*), qu'il fait de 5 degrés dans les conjonctions et oppositions; il observe la Lune dans les quadratures et dans *les octants*, et signale de nouvelles anomalies dont il ne cherche pas à déduire la loi.

» 2°. Ptolémée complète les idées d'Hipparque pour les quadratures, et, bien moins préoccupé des principes physiques que de ses méthodes de calcul, il ne se sert des observations de son devancier *dans les octants*, que pour corriger son hypothèse de la seconde inégalité ou *évection*.

» 3°. Tycho-Brahé, vers l'an 1600, dégage des observations d'Hipparque et des siennes propres, la troisième inégalité, appelée *variation*, qu'il trouve de $\frac{2}{3}$ de degré environ.

» 4°. Les astronomes arabes du Xe siècle l'avaient précédé dans ce travail. Aboul-Wéfâ dit positivement qu'en observant la Lune *dans les octants*, et *en tenant compte des deux premières inégalités*, on en découvre une troisième qui est nulle dans les syzygies et les quadratures, qui a lieu quatre fois par mois, et dont le *maximum* s'élève, *dans les octants*, à la moitié et au quart d'un degré environ. Cette définition est identique à celle de Tycho-Brahé; elle ne peut s'appliquer qu'à *la variation*.

» 5°. Les mots *trine et sextile* désignent positivement *les octants* dans le passage que nous avons donné de l'auteur arabe, et Longomontan, collaborateur de Tycho-Brahé, employait encore ces expressions, en décrivant *la variation*, à la détermination de laquelle il avait contribué.

» 6°. Si l'on objecte qu'Aboul-Wéfâ, à l'exemple de Ptolemée, parle d'observations faites lorsque l'apogée de la Lune était *dans les octants*, on peut répondre qu'il s'appuyait sur des observations d'Hipparque, rapportées à ces positions, et dont il avait *lui-même* vérifié la valeur; que *la variation* était comprise dans ces observations, puisqu'elle existe indépendamment du mouvement de l'apogée lunaire; et qu'il est certain, d'ailleurs, que les astronomes de Bagdad avaient considéré la Lune dans tous les points de son orbite, et quel que fût le lieu de l'apogée.

» 7°. Nous n'avons jamais soutenu une opinion plus ou moins hasardée; c'est *un fait matériel* que nous avons énoncé, et contre lequel viendront se

briser toutes les suppositions, quelque savantes, quelque ingénieuses qu'elles soient. Aussi avons-nous la conviction profonde que si l'avenir met entre nos mains les Traités que les astronomes arabes ont écrits, ainsi que le constatent leurs catalogues, sur la théorie lunaire, il restera démontré, avec une entière évidence, que l'école de Bagdad avait reconnu l'existence de *la variation*, six cents ans avant Tycho-Brahé. »

M. le Sécretaire perpétuel s'étant borné à faire une analyse verbale de la Lettre de M. Sédillot, M. Biot, auquel il l'avait préalablement communiquée, a demandé la parole et s'est exprimé dans les termes suivants:

« Après ce qui a été écrit sur cette question, la persistance de M. Sédillot à prétendre que le texte d'Aboul-Wéfâ contient la *variation*, prouve uniquement, à mes yeux, qu'il a beaucoup compté sur l'inattention de l'Académie, ou sur l'indifférence des membres qui la composent. Les preuves mathématiques les plus évidentes de l'erreur où M. Sédillot est tombé, ont été publiées, et remises par moi entre les mains des membres des Sections de Géométrie, d'Astronomie et du Bureau des Longitudes. Je n'hésite pas à dire que l'honneur de l'Académie leur impose aujourd'hui le devoir de rompre le silence qu'ils ont gardé. De même qu'on reconnaît un cristal par sa composition, ses angles, et ses propriétés physiques, de même, et plus sûrement encore, on reconnaît le caractère d'une inégalité astronomique à son *argument*, c'est-à-dire à la nature des éléments qui la produisent par leur variabilité. Si les personnes dont je viens d'invoquer le témoignage croient, avec moi, que l'inégalité dont il s'agit n'est pas *la variation*, qu'elles le disent. Si elles pensent, contre mon opinion, que ce soit *la variation*, qu'elles le disent encore ouvertement, et qu'elles apportent les raisons mathématiques sur lesquelles leur sentiment se fonde. Je ne ferai aucune difficulté d'entrer en discussion avec elles; mais je ne puis pas accepter d'autres adversaires, quand ceux-là ne se présentent point.

» La prière que je leur adresse ici publiquement me paraît suffisamment justifiée par une réflexion qu'ils feront sans doute : il ne faut pas, pour l'honneur de l'Académie, qu'une erreur scientifique aussi considérable, et maintenant aussi facile à reconnaître, puisse lui être continuellement représentée, sans qu'une voix, au moins, s'élève dans son sein pour la combattre. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète périodique de* 1843; *par* M. Le Verrier. (Premier Mémoire.)

« La comète qui fait l'objet de cet écrit a été découverte par M. Faye, à

l'Observatoire de Paris, le 22 novembre 1843 (*Comptes rendus*, 1843, tome XVII, page 1248). Un petit nombre d'observations suffirent pour montrer que le nouvel astre avait un mouvement elliptique très-prononcé : le Dr Goldschmidt en donna les éléments approchés en se fondant sur les observations du 24 novembre, du 1er et du 9 décembre (*Astronomische Nachrichten*, n° 494, page 221). Ces éléments furent ensuite rectifiés par plusieurs astronomes, et par M. Goldschmidt lui-même, au moyen d'observations qui embrassaient une partie considérable de l'astre observé. Parmi les solutions données, je distinguerai, comme étant la plus exacte, celle que M. Nicolaï, astronome de Manheim, a publiée dans le n° 501 des *Astronomische Nachrichten*. En voici les éléments réduits au temps moyen de Paris. Les longitudes sont comptées à partir de l'équinoxe moyen du 1er janvier 1844 :

Temps moyen 1843, novembre		24j,5,
Moyen mouvement sidéral diurne	$n =$	477″,272 15,
Anomalie moyenne	$\zeta =$	5° 7′ 7″,93,
Angle de l'excentricité	$\varphi =$	33.47.52,1,
Longitude du périhélie	$\pi =$	49.22.46,3,
Inclinaison à l'écliptique	$i =$	11.22.33,3,
Longitude du nœud ascendant	$\theta =$	209.32. 7,5.

» Ces éléments satisfont parfaitement aux observations faites dans les mois de novembre et décembre 1843, et janvier 1844. Plus tard, les positions calculées sont empreintes d'une légère erreur qui s'élève en ascension droite à *trente* secondes sexagésimales environ à l'époque des dernières observations, c'est-à-dire en avril 1844. Il était nécessaire de faire disparaître cette discordance avant d'entreprendre aucune recherche sérieuse sur cette intéressante comète. C'est le but que je me suis proposé dans la première partie du travail que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie; la seconde partie a pour objet de déterminer les éléments futurs de l'astre à l'époque de son prochain retour au périhélie en 1851. Dans un autre Mémoire, je m'occuperai avec détail des révolutions antérieures.

» Pour déterminer les éléments de l'orbite en 1843, j'ai employé 129 observations faites à Altona, Berlin, Bonn, Cambridge, Genève, Gœttingue, Hambourg, Leyde, Paris, Pulkowa et Vienne, dans les mois de novembre et décembre 1843, janvier, février, mars et avril 1844. Adoptant pour éléments provisoires de l'orbite ceux que j'ai rapportés plus haut, j'ai calculé par leur moyen les positions géocentriques aux instants des observations. J'ai ajouté aux coordonnées obtenues l'effet des perturbations produites par

Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et Saturne. Les excès des positions ainsi calculées, sur les positions observées, ont été considérés comme des erreurs théoriques qu'il fallait faire disparaître au moyen de corrections convenables δn, $\delta\zeta$, $\delta\varphi$, $\delta\pi$, δi et $\delta\theta$ apportées aux éléments provisoires. J'ai suivi, pour déterminer ces corrections, la méthode que j'ai exposée dans la séance du 14 avril 1845.

» Soient g, g', g'', b, b', b'' les longitudes et les latitudes géocentriques, telles qu'elles résultent du calcul précédent le 2,5 décembre 1843, le 9,5 janvier et le 16,5 février 1844. Ces coordonnées réclament des corrections que je désignerai par δg, $\delta g'$, $\delta g''$, δb, $\delta b'$ et $\delta b''$, et qu'il s'agit de déterminer par l'ensemble des observations. J'ai obtenu entre ces inconnues une suite d'équations qui, en leur appliquant la méthode des moindres carrés, se sont réduites à six. Ces dernières m'ont donné :

$$\begin{aligned}
\delta g &= -\ 4'',1546 - 0,42934\,\varepsilon,\\
\delta g' &= -\ 0,1422 + 1,00000\,\varepsilon,\\
\delta g'' &= -\ 1,8336 + 0,15764\,\varepsilon,\\
\delta b &= +\ 2,9903 - 0,41549\,\varepsilon,\\
\delta b' &= -\ 3,3777 + 0,14473\,\varepsilon,\\
\delta b'' &= -\ 6,9125 - 0,17731\,\varepsilon,
\end{aligned}$$

ε étant une indéterminée qui doit être réduite à zéro quand on veut satisfaire rigoureusement aux six équations. Mais on peut aussi faire varier ε entre de certaines limites restreintes, sans cesser de satisfaire aux observations avec assez de précision. Ce mode de discussion a été exposé dans un précédent Mémoire.

» Des valeurs de δg, $\delta g'$,.... on peut conclure celles de δn, $\delta\zeta$,..., et l'on trouve

$$\begin{aligned}
\delta n &= -\ 0'',41616 - 0,137559\,\varepsilon,\\
\delta\zeta &= -\ 2'12'',57 - 11,360\,\varepsilon,\\
\delta\varphi &= -\ 58,80 + 11,363\,\varepsilon,\\
\delta\pi &= +\ 10'20,36 + 35,349\,\varepsilon,\\
\delta i &= -\ 2,52 + 0,409\,\varepsilon,\\
\delta\theta &= -\ 2'37,96 - 15,011\,\varepsilon.
\end{aligned}$$

Si nous ajoutons ces corrections aux valeurs provisoires des éléments, nous aurons la solution définitive suivante, dans laquelle j'ai posé

$$-\ 0,137559\,\varepsilon = \mu,$$

afin que l'indéterminée ne soit autre chose que la variation arbitraire du

moyen mouvement diurne. Les longitudes sont toujours comptées à partir de l'équinoxe moyen du 1er janvier 1844, et le temps moyen est celui de l'Observatoire de Paris :

$$\begin{aligned}
&\text{Temps moyen 1843, novembre...}\quad 24^{j},5,\\
n &= 476'',85599 + \mu'',\\
\zeta &= 5^{\circ}\,4'55'',36 + 82{,}58\,\mu'',\\
\varphi &= 33.46.53,30 - 82{,}60\,\mu'',\\
\pi &= 49.33.\ 6,66 - 256{,}97\,\mu'',\\
i &= 11.22.30,78 - 2{,}97\,\mu'',\\
\theta &= 209.29.29,54 + 109{,}12\,\mu''.
\end{aligned}$$

» Si l'on s'en tient à la solution correspondante à $\mu = 0$, on trouve qu'elle satisfait à toutes les observations avec l'exactitude dont elles sont susceptibles. Mais on reconnaît aussi qu'on ne s'éloigne pas sensiblement de ces observations en attribuant à μ des valeurs peu considérables, surtout si l'on a égard aux incertitudes que les petites erreurs, qui peuvent affecter les positions du Soleil, sont susceptibles d'introduire dans les réductions. On peut ainsi faire varier arbitrairement μ entre les limites $\pm\frac{1}{4}$; peut-être même entre les limites $\pm\frac{1}{3}$.

» Dans l'hypothèse $\mu = 0$, la durée de la révolution sidérale serait de $2717^{j},80$. Le prochain retour au périhélie aurait donc lieu en 1851 le 26,93 mars. Mais on ne peut répondre de ce résultat qu'à *deux jours près*, à cause des incertitudes que les observations laissent planer sur la valeur de μ.

» De plus, les perturbations peuvent changer l'époque précédente, qui a été calculée dans l'hypothèse où les éléments de l'orbite n'auraient éprouvé aucune altération jusqu'à l'époque du retour. Il est indispensable de déterminer ces altérations; c'est ce que j'ai fait dans la seconde partie de mon travail. En ne tenant pas compte du carré des forces perturbatrices, ce qui serait ici inutile, j'ai trouvé que depuis le 24,5 novembre 1843, jusqu'à l'époque du prochain passage au périhélie, les perturbations feront varier les éléments de l'orbite des quantités suivantes :

$$\begin{aligned}
\delta n &= -\ 1'',6926,\\
\delta\zeta &= -\ 1^{\circ}0'56'',72,\\
\delta\varphi &= -\ 3'53,91,\\
\delta\pi &= +\ 2'29,14,\\
\delta i &= -\ 51,70,\\
\delta\theta &= -\ 4'35,81.
\end{aligned}$$

En tenant compte de ces résultats, et en réduisant les longitudes à l'équi-

noxe moyen du 1er janvier 1851, on trouve, pour les éléments du mouvement de la comète à l'époque de son prochain retour au périhélie :

Temps moyen 1851, avril...............		3j,5959,		
Moyen mouvement diurne..........	$n =$	475",1634	+	μ'',
Anomalie moyenne................	$\zeta =$	0° 0′ 0",00	+	2 769,68 μ'',
Angle de l'excentricité..............	$\varphi =$	33.42.59, 39	—	82,60 μ'',
Longitude du périhélie..............	$\pi =$	49.41.27, 36	—	256,97 μ'',
Inclinaison de l'orbite..............	$i =$	11.21.39, 08	—	2,97 μ'',
Longitude du nœud ascendant.......	$\theta =$	209.30.45, 29	+	109,12 μ''.

Ainsi les perturbations ont pour effet principal de retarder de 7j,67 l'époque du prochain retour au périhélie, et de la reporter du 26,93 mars au 3,60 avril 1851. J'ai déjà dit, au reste, qu'on ne pouvait répondre de cette époque qu'à *deux jours près*.

» Je donne dans mon Mémoire une éphéméride des positions de la comète à partir du mois d'octobre 1850. Cettte éphéméride, basée sur les éléments précédents, servira sans doute à retrouver la comète avec facilité, dès qu'il sera possible de la revoir aux plus puissantes lunettes. »

ASTRONOMIE. — *Calcul d'une comète observée dans l'hémisphère austral.* (Extrait d'une Lettre de M. **J.-R. Hind**, astronome anglais, à M. *Faye*.)

« ... J'ai reçu sur cette comète une série d'observations faites par M. Simms, à Columbo (île de Ceylan), et publiées depuis dans les *Notices de la Société astronomique*, une observation de M. Peters, en date du 7 février dernier, communiquée par M. Schumacher, et une autre série de positions déterminées par M. le docteur Challis, vers le commencement du mois de mars. Ne pouvant obtenir de parabole qui satisfît à ces observations, je me suis déterminé à essayer l'excellente méthode de M. Gauss; voici les résultats que j'ai obtenus :

Époque du passage au périhélie, 1844, décembre 13,75660, temps moyen à Greenwich.

Longitude du périhélie.......	294° 5′54",6	Équinoxe moyen, 1845,0
Longitude du nœud ascendant..	119°35′33",0	
Inclinaison.................	45° 7′ 8",0	
Angle d'excentricité..........	78°38′46",02	
Logarithme du demi-grand axe.	1,0797590	
Temps de la révolution.......	41 $\frac{3}{4}$ années sidérales (*).	
Mouvement.................	Direct.	

(*) D'après une première ébauche des éléments purement paraboliques de cette comète, M. Encke a signalé son analogie avec celles de 1264 et de 1556, dont l'identité avait été déjà soupçonnée (*Astronomische Nachrichten* de M. Schumacher, n° 530).

» Les données employées dans ce calcul sont :

1845. Janvier,	5,07366 t. m. à G.	Long. vraies géoc.	316°29′ 5″	Lat. vr. géoc.	−30°46′43″
Février,	7,27834	de la comète.	24°27′ 1″	de la com.	−35° 9′24″
Mars,	11,31574		52°44′19″		−26°58′45″

» Les longitudes sont rapportées à l'équinoxe moyen de 1845,0. Ces éléments donnent pour l'observation moyenne les erreurs suivantes : en longitude, — 3″ ; en latitude, + 1″. On a reçu une série d'observations de M. Caldecott, qui paraîtra bientôt, j'espère, dans les *Notices de la Société astronomique.* »

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de la comète découverte à Berlin par* M. Darrest. (Note de M. **Goujon**, communiquée par M. *Arago*.)

Temps du passage au périhélie,	1845, avril 8,163479	
Longitude du périhélie.	91° 19′40″,8	Équinoxe moyen du 1er janvier 1845.
Longitude du nœud ascendant. . .	336°44′29″,6	
Inclinaison.	46°50′36″,4	
Logarithme de la distance périhélie.	9,9567272	
Sens du mouvement dans l'orbite.	Direct.	

» Ces éléments ont été obtenus par la méthode de correction de Laplace, sur les meilleures observations faites à Paris.

» Voici comment les observations sont représentées :

Calcul moins observation.

DATES.	ERREURS en longitude.	ERREURS en latitude.	LIEUX de l'observat.
28 décembre 1844.	— 4″6	—11″0	Berlin.
3 janvier 1845..	— 8,3	—20,0	Hambourg.
11 janvier.......	+ 1,8	— 2,5	Paris.
15 janvier.......	+ 8,2	+ 4,7	Paris.
6 février.......	+ 2,9	— 2,7	Paris.
26 février.......	+ 3,9	— 2,7	Paris.

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes faites à Naples en* 1845; *par* M. COOPER. (Communiqué par M. *Arago*.)

TEMPS MOYEN de Naples.	ASCENSION droite.	DÉCLINAISON.	COMÈTE.	ÉTOILES DE COMPARAISON.
	h m s	° ′ ″		
Février. 26,32202	2.59 17,1	−12 36 54,5	De M. Mauvais.	Bessel, Z. 206. $3^h\ 0^m36^s$ — 12°38′18″.
7,35378	2.23.53,1	−23. 8.32	De Naples.	172 H II Piazzi.
17,30602	2.56.39,3	−17. 6.25	De Naples.	*Hist. céleste*, page 463, col. 2, n° 45.
18,31827	2.59 30,6	−16.32. 3	De Naples.	*Hist. céleste*, page 463, col. 2, n° 45.
25,35147	3.17.53,4	−13. 4.23	De Naples.	Bessel, Z. 206. $3^h14^m38^s$ — 12°53′15″.
Mars... 5,41510	10.42.47,1	+50.11 6	De M. de Vico.	
11,34840	9.57.24,5	+43.22.41	De M. de Vico	*Hist. céleste*, page 331, col. 1, n° 52.
27,42417	8.31. 8,6	+15. 1.48	De M. de Vico	*Hist. céleste*, page 52, col 1, n° 25.
31,35278	8.18.41,3	+ 8. 8. 3	De M. de Vico.	67 H VIII Piazzi.
Avril. . 1,36173	8.15.58,5	+ 6.26. 2,4	De M. de Vico.	Bessel, Z. 52.
3,42184	8.10.43,5	+ 3 12. 5,7	De M. de Vico.	*Hist. cél.*, p. 257, col. 2, n°s 57 et 59.
7,33924	8. 2.34,6	− 2.30.35,4	De M. de Vico.	29 Monocerotis.
8,33395	8. 0.49,2	− 3.51.43	De M. de Vico.	*Hist. cél.*, p. 259, col. 2, n°s 24 et 26.

M. VICO, questionné par M. *Arago*, écrit que c'est lui qui a découvert les deux *comètes* observées à Rome.

M. DÉMIDOFF adresse le Tableau des *observations météorologiques* faites à Nijné-Taguilsk pendant l'année 1844. M. *Arago* en présente une analyse détaillée.

M. DELARUE envoie, de Dijon, le Tableau des *observations météorologiques* faites à Dijon pendant le mois de mars 1845.

M. SAINT-ANGE PLET prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyé son Mémoire sur un *compas polymètre*.

L'Académie accepte le dépôt de trois *paquets cachetés* présentés par M. BOUTIGNY, par M. DUROCHER, et par MM. DUROCHER et MALAGUTI.

Un quatrième paquet cacheté qui, au lieu de signature, porte seulement

une épigraphe, sera tenu à la disposition de l'auteur, l'Académie ne pouvant, d'après ses usages, l'accepter en cet état.

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATA.

(Séance du 21 avril 1845.)

Page 1146, ligne 8,

au lieu de $V_0(1+kt')\cdot\frac{H-f'}{H-f}\cdot\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'}\cdot\omega\delta(1+\alpha t)\cdot\frac{f_t}{760}$,

lisez $V_0(1+kt')\cdot\frac{H-f'}{H-f}\cdot\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'}\cdot\omega\frac{\delta}{1+\alpha t}\cdot\frac{f_t}{760}$,

ou $V_0(1+kt')\cdot\frac{H-f'}{H-f}\cdot\frac{1}{1+\alpha t'}\cdot\omega\delta\cdot\frac{f_t}{760}$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 16; in-4°.

Société royale et centrale d'Agriculture. Bulletin des séances; Compte rendu mensuel; *rédigé par* M. PAYEN, Secrétaire perpétuel; tome V, n° 5; in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. — Programme de la séance du 30 *mars* 1845; in-8°.

Tableau physique, géographique, politique, statistique et administratif de l'Afrique française; par M. VICTOR DE SAINT-PIERRE. Paris, 1845; in-4°.

Éléments de Chimie générale, avec figures sur bois intercalées dans le texte; par M. E. VERQUIN; 1 vol. in-12.

Histoire générale de la Musique et de la Danse; par M. ADRIEN DE LA FAGE; 2 vol. in-8°; avec atlas in-4°.

Éléments de Chimie organique, comprenant les applications de cette science à la physiologie animale; par M. MILLON; t. Ier; in-8°.

Manuel de Physiologie; par M. J. MULLER, *traduit de l'allemand, avec des annotations, par* M. JOURDAN; 4e livraison; in-8°.

Enquête sur les Quarantaines de la Peste; par M. AUBERT-ROCHE; brochure in-8°.

Mémoire sur les Poissons fossiles du département de la Gironde; par M. PEDRONI fils; brochure in-8°.

Sur le Cidre. — Lettre à M. SEMINEL; *par* M. GIRARDIN. (Extrait de la *Normandie agricole.*) 1 feuille in-8°.

Clinique iconographique de l'hôpital des Vénériens; par M. RICORD; 8e livraison; in-4°.

Types de chaque Famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 18e livraison; in-4°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome VI, 61e livraison; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; avril 1845; in-8°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; avril 1845; in-8°.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève; tome X; 2e partie; in-4°.

Un mot sur l'Hydrosudopathie; par M. VAN SWYGENHOVEN. Bruxelles, 1843; brochure in-16.

Le Maroc, ou mœurs, coutumes, religion, gouvernement, commerce, politique, etc., de cet empire; par le sieur PIDON DE SAINT-OLON; *publié sur un nouveau plan par* M. VAN SWYGENHOVEN; brochure in-16.

Quelques considérations sur les ossements, et particulièrement sur le crâne de Jean Sans-Peur, duc de Bourgogne; par le même; $\frac{3}{4}$ de feuille in-8°.

Coup d'œil sur les maladies les plus communes des Dayakois de la côte sud-ouest de Borneo; par le même; in-8°.

Note sur un hermaphrodisme incomplet, accompagné d'hypospadias, observé sur un enfant du sexe masculin; par le même; brochure in-8°.

Miscellanea medica; par le même; 1 feuille et demie in-8°.

Heliotropia; poésies; *par* le même; brochure in-16.

Redevoering... *Discours prononcé dans la troisième réunion de la Société de Philologie et de Belles-Lettres de Bruxelles; par* le même; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 534; in-4°.

Bericht uber... *Analyses des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* janvier et février 1845; in-8°.

Neue... *Nouvelles recherches sur les organismes microscopiques, et leur distribution géologique; par* M. EHRENBERG. Berlin, 1845; in-8°.

The medical Times; n°s 291 et 292; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 17; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 47 à 49.

L'Écho du Monde savant; n°s 29 et 30; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Remarques de M. **Biot** *sur le dernier numéro des* Comptes rendus.

« La portion de la Lettre de M. Sédillot, qui est imprimée dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, n'a pas été lue devant l'Académie; et elle ne lui a pas été non plus explicitement communiquée dans l'analyse verbale que M. le Secrétaire perpétuel a donnée de cette Lettre. Elle contient une suite d'erreurs géométriques et astronomiques, qui ont été réfutées plusieurs fois devant l'Académie, et qui sont ici reproduites comme autant de vérités indubitables. Sans doute, malgré les intentions les plus louables, l'insertion de pareils articles, dans les *Comptes rendus* de nos séances, ne saurait toujours être évitée; mais elle ferait tort à la réputation scientifique de l'Académie, s'ils y étaient admis sans réfutation. Je ne puis mieux protester contre les assertions de M. Sédillot, qu'en rappelant à l'Académie le véritable historique de cette question, qui traîne depuis si longtemps devant elle. Cela me donnera lieu de réparer, envers un des membres de la Section de Géométrie, un tort d'inapplication ou d'indifférence, que j'ai eu moi-même dans une circonstance pareille, et que je regrette aujourd'hui.

» Neuf ans se sont écoulés depuis que l'interprétation géométrique donnée

par M. Sédillot au texte d'Aboul-Wéfâ, a été annoncée pour la première fois par lui à l'Académie, et insérée dans ses *Comptes rendus,* tome II, page 202. A cette époque, MM. Laplace et Delambre étaient morts; et aucun de nous, je crois, ne s'était assez occupé des doctrines grecques, ou ne les avait assez présentes, pour reconnaître au premier coup d'œil, que la construction géométrique, exprimée dans ce texte, est identique à celle par laquelle Ptolémée représente l'oscillation de l'apogée lunaire qui, dans son ouvrage, comme dans l'auteur arabe, forme la seconde partie de l'inégalité appelée maintenant l'*évection.* Un seul de nos confrères, M. Libri, à qui ses recherches sur l'histoire des sciences avaient fait connaître, de plus près, l'esprit des Arabes, éleva des doutes sur la probabilité qu'un auteur de cette nation, et de cette époque, eût devancé Tycho dans une découverte telle que *la variation,* qui suppose beaucoup d'autres perfectionnements antérieurs d'observation et de théorie, desquels on devait les juger peu capables. Il lui paraissait difficile à croire qu'une pareille découverte eût été ignorée par les nombreux écrivains d'astronomie qui, dans les XIIe et XIIIe siècles, recherchèrent avec tant de soin les résultats que les auteurs arabes pouvaient fournir. Supposant toutefois qu'elle fût effectivement énoncée dans le texte d'Aboul-Wéfâ, comme M. Sédillot l'affirmait, M. Libri demandait si le manuscrit, qu'il n'avait pas eu l'occasion de voir, était bien authentique, et s'il ne pouvait pas se faire que le passage dont il s'agit y eût été interpolé. Une Commission, composée de MM. Biot, Arago, Damoiseau et Libri, fut nommée pour constater ce point de fait, et pour examiner si l'inégalité indiquée était effectivement *la variation.* Mais les Commissaires trouvèrent, probablement, que cette tâche les éloignait trop de leurs études habituelles : il ne fut fait aucun Rapport, et la Commission ne se rassembla même point. M. Sédillot prouva aisément que le manuscrit était authentique et intact. Alors, sans justifier davantage l'identité du texte arabe avec l'énoncé de *la variation,* il porta le champ de sa polémique sur d'autres objets.

» Le tort que nous eûmes de ne pas donner suite à cette question scientifique amena plus tard un résultat que nous devons regretter. M. Sédillot ayant présenté à l'Académie un Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes, un Rapport favorable en fut fait; et, dans ce Rapport, imprimé au tome VII des *Comptes rendus,* page 1015, il est dit expressément que « les Arabes ont connu la troisième inégalité du mouvement de la Lune, déterminée par Aboul-Wéfâ de Bagdad, six siècles avant que l'on fît honneur » à Tycho-Brahé de la découverte de cette inégalité, qui porte le nom de » *variation* dans les Tables modernes. » L'assertion précédemment contro-

versée était ainsi présentée comme un fait. Vraisemblablement ce fut un acte de bienveillance et de confiance envers M. Sédillot, plutôt que la conséquence d'un examen spécial de la question même.

» Enfin, au milieu de l'année 1843, un orientaliste très-savant et très-versé dans l'étude des auteurs astronomiques du moyen âge, M. Munk, nous signala nettement l'erreur dans laquelle M. Sédillot était tombé. Il le fit, dans une Lettre adressée à M. Arago, et qui est insérée au tome XVI des *Comptes rendus*, page 1444. Il exposait, avec beaucoup de modestie et de simplicité, les considérations critiques et littéraires qui le portaient à croire que le chapitre cité d'Aboul-Wéfâ correspond exactement au chapitre V du Ve livre de Ptolémée. M. Sédillot, qui avait reçu communication de cette Lettre, y fit, dans le même numéro du *Compte rendu*, page 1446, une réponse que chacun peut voir et apprécier. M. Munk soutint son assertion par une seconde Lettre fort détaillée, remplie de nouvelles preuves d'identification, très-savantes et très-explicites. Elle est insérée au tome XVII des *Comptes rendus*, page 76. Sur sa demande, une Commission fut chargée d'examiner la question. MM. Biot, Arago et Liouville furent les Commissaires désignés. M. Sédillot combattit de nouveau M. Munk, dans une Lettre qui a été insérée au même volume des *Comptes rendus*, page 163. L'Académie avait ainsi sous les yeux tout ce qui pouvait l'éclairer sur cette question scientifique, puisque personne ne contestait l'exactitude de la traduction du texte arabe, sur laquelle M. Sédillot s'appuyait. Il ne fallait que la comparer au texte de Ptolémée, que M. Munk disait y correspondre. Je me mis alors en mesure de chercher de quel côté était la vérité. Sur ma demande, le manuscrit arabe, qui était resté jusqu'alors entre les mains de M. Sédillot, fut remis dans les miennes; et, à ma grande surprise, je reconnus que toute la théorie des inégalités lunaires, où la découverte annoncée devait se trouver, sans doute avec beaucoup d'autres qui doivent la précéder nécessairement, y était renfermée dans six pages de texte, sans aucune figure graphique. Je priai deux des plus savants orientalistes de Paris, M. Reinaud, membre de l'Académie des Inscriptions, et M. le baron de Slane, puis aussi M. Munk lui-même, de vouloir bien me donner, individuellement, la traduction littérale de ces six pages, et de chercher, dans le reste du manuscrit, tout ce qui pouvait avoir rapport au même sujet. Ayant reçu d'eux ces documents, je me mis à étudier la théorie lunaire de Ptolémée, et celle de Tycho, lesquelles, comparées au texte arabe, me prouvèrent clairement la vérité de l'assertion de M. Munk. Dès que mon opinion fut formée, je communiquai ce premier travail à M. Liouville, dans une conférence où je crains d'avoir fatigué son attention. Alors, M. Arago me fit l'hon-

neur de m'écrire que, d'après ce que M. Liouville lui avait raconté de l'étendue de mon travail, qu'il voulait bien qualifier de remarquable, il se félicitait d'être ainsi dispensé d'émettre, comme Commissaire, un jugement académique sur ce débat. Cédant à ce sentiment de délicatesse, et ne pouvant méconnaître la répugnance fort naturelle qu'éprouvait mon autre collègue à suivre un sujet si éloigné de ses études ordinaires, quoique, à mon avis, il s'en exagérât la difficulté, je proposai moi-même à ces messieurs de ne plus y attacher l'importance d'une Commission académique, et d'abandonner la question aux recherches individuelles que chacun de nous voudrait faire, ce que l'Académie approuva. Mais, cette fois, je considérai comme un devoir rigoureux de ne pas faire défaut à celui qui nous avait découvert la vérité. Je continuai donc, avec persévérance, le travail que j'avais entrepris, pour mettre cette vérité en évidence aux yeux des géomètres et des astronomes. Je le fis, en m'attachant à la question scientifique seule, sans même nommer M. Sédillot, mais en rendant à M. Munk la justice qu'il me paraissait mériter. Tout ce que M. Sédillot a publié depuis sur ce sujet, hors des *Comptes rendus de l'Académie,* je l'ai lu; mais n'y ayant rien trouvé qui dût modifier mon opinion, je n'y ai fait aucune réponse. Quand il s'est adressé à l'Académie, j'ai reproduit mes assertions, pour qu'on ne pût pas, une seconde fois, nous accuser, comme corps, d'accueillir des erreurs mathématiques avec une indifférence que nous ne devons pas avoir. Je continuerai d'agir ainsi. Mais, par le même motif, si quelqu'un de mes collègues juge à propos de traiter contradictoirement ce sujet avec moi, dans une discussion écrite, seul mode de controverse utile auquel il se prête, j'accepterai volontiers le débat. En suivant cette ligne de conduite, je crois rester dans les limites de mes droits, comme de mes devoirs; et rien ne m'en fera dévier. »

Cette communication de M. Biot donne lieu à une discussion verbale à laquelle prennent part MM. Mathieu, Biot, Libri et Binet.

« M. Libri fait remarquer à l'Académie que quoiqu'il n'ait mis aucun empressement à rentrer dans cette discussion, il se croit obligé de déclarer que les recherches de M. Munk et les travaux de M. Biot n'ont pu que le confirmer dans ses anciennes idées au sujet de la *variation,* dont la découverte, sans fondement à son avis, a été attribuée à Aboul-Wéfâ. »

M. Binet s'exprime à peu près dans les termes suivants :

« Puisqu'en discutant la question de savoir si Aboul-Wéfâ est auteur de la découverte de l'inégalité connue, depuis Tycho, sous le nom de *variation,*

M. Mathieu a cru devoir faire remarquer à l'Académie que le sentiment de M. Biot n'est soutenu par aucun astronome ni par aucun géomètre, je regarde comme un devoir de dire que je me suis livré récemment à l'examen des matières en discussion, ainsi qu'à l'étude de la traduction nouvellement publiée, par les soins de M. Biot, de plusieurs chapitres d'Aboul-Wéfâ, traduction dont personne ne conteste l'exactitude grammaticale : or, en ce qui concerne les inégalités lunaires, cet écrit ne renferme que des théories manifestement calquées sur les hypothèses de Ptolémée. En cela donc, je partage l'opinion soutenue en premier lieu par M. Munk, et sur laquelle les recherches de M. Biot, publiées en 1843 dans le *Journal des Savants*, ne laissent, à mon avis, subsister aucun doute : on trouve dans ces recherches d'une grande clarté, l'expression algébrique des constructions de Ptolémée; ce qui permet de les comparer aisément aux formules modernes, mais en les bornant au degré d'approximation des hypothèses imparfaites de Ptolémée. Il me paraît impossible de tirer, correctement, d'Aboul-Wéfâ une expression algébrique différente, sans y introduire, arbitrairement, autre chose que ce qu'il emprunte à Ptolémée. J'ajoute que c'est ainsi qu'eût procédé M. Delambre pour former son jugement sur une pareille question. C'est la seule manière d'éprouver une conjecture que peut faire naître l'interprétation d'un texte souvent un peu vague, ou de constructions obscures : dans cette partie d'Aboul-Wéfâ, des constructions géométriques fort compliquées ne sont accompagnées d'aucune figure; et elles ne sont intelligibles que pour les personnes qui connaissent celles de Ptolémée. Il me semble donc que l'on a prêté à Aboul-Wéfâ une découverte à laquelle il n'a jamais pensé. »

CHIMIE. — *Note sur le sesquichlorure de chrome; par* M. **J. Pelouze.**

« Dans le Mémoire sur les équivalents de plusieurs corps simples que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a peu de temps, j'avais exprimé l'intention de soumettre à l'analyse un certain nombre de chlorures autres que ceux indiqués dans ce premier travail. Parmi ces nouveaux chlorures, je comprenais celui de chrome dont l'insolubilité dans l'eau ne me paraissait pas être un obstacle invincible à sa précipitation par l'argent, parce que je me proposais de le dissoudre en mettant à profit l'observation curieuse faite par M. Peligot, que ce sel disparaît complétement dans l'eau sous l'influence de la plus légère trace de protochlorure de chrome.

» Toutefois, comme le mode d'analyse que j'ai suivi ne consiste pas à peser le chlorure d'argent fourni par un point connu de chlorure soluble, mais à juger du terme de la précipitation à l'aide de certains signes qui se mani-

festent dans les liqueurs mêmes où cette précipitation a lieu, je ne pouvais pas être certain que mon procédé jusque-là exclusivement employé en opérant avec des liquides tout à fait incolores, s'appliquerait avec un égal succès à des dissolutions colorées comme le sont celles du chrome et de quelques autres métaux. L'expérience seule pouvait donc répondre sur le plus ou moins d'exactitude de cette méthode d'analyse appliquée au sesquichlorure de chrome. Des incidents plus ou moins analogues à ceux qu'avait déjà signalés M. Gay-Lussac sur l'intervention des sels de peroxyde de mercure dans les précipitations de l'argent, des difficultés imprévues, des impossibilités mêmes pouvaient surgir, et c'eût été de ma part une grande imprudence de signaler ma méthode comme applicable à tous les chlorures sans exception. Je ne dis pas cela pour atténuer le mérite de l'observation faite par M. Peligot, que dans la décomposition, à froid, d'un excès d'azotate d'argent par une dissolution de sesquichlorure de chrome, les deux tiers seulement du chlore renfermés dans ce sel s'unissent à l'argent; cette observation me paraît, au contraire, fort intéressante, et au point de vue de l'analyse, très-importante; mais enfin, elle n'implique pas nécessairement le rejet de la méthode en question, puisqu'il ne s'agit que d'attendre ou de chauffer pour que le dernier tiers du chlore passe entièrement du chrome sur l'argent.

» En fait, M. Peligot lui-même a répondu avant moi à toute objection contre la détermination de l'équivalent du chrome déduite de son chlorure, puisqu'il annonce qu'il est arrivé par ce moyen à un résultat auquel l'avaient déjà conduit de nombreuses expériences d'un autre ordre qu'il regarde comme très-précises.

» Après ces courtes observations, je demande la permission de communiquer à l'Académie quelques expériences sur le composé violet que forme le chrome en s'unissant au chlore.

» Selon M. Peligot, *le sesquichlorure de chrome est entièrement insoluble dans l'eau froide comme dans l'eau bouillante; il ne se dissout pas davantage dans l'eau chargée d'un acide quelconque; il n'est pas attaqué par l'acide sulfurique concentré et bouillant; enfin l'eau régale elle-même est sans action sur lui.*

» Si quelques chimistes, et particulièrement M. Berzelius, ont émis une assertion différente, cette divergence s'expliquerait, suivant M. Peligot, par la présence d'une trace de protochlorure de chrome mêlé au sesquichlorure. En effet, ce chimiste a fait l'observation extrêmement curieuse, qu'une proportion très-minime de protochlorure opérait la dissolution du sesquichlorure dans l'eau.

» Il est certain que cette explication est parfaitement fondée pour tous

les cas où le mode de préparation du dernier de ces sels le fournit mêlé de la plus légère quantité du premier; mais, d'une autre part, M. Peligot ajoute qu'il suffit d'agiter, pendant quelques instants, dans un flacon contenant de l'air, la dissolution de protochlorure de chrome, pour que son action dissolvante soit anéantie, parce que ce sel, très-avide d'oxygène, passe à l'état de Cl^2Cr^2O, ou, selon M. Lœwel, à celui de Cr^2O^3, 2HCl.

» J'avais, à mon laboratoire, de beaux cristaux violets de sesquichlorure de chrome qui ne devaient pas être mêlés à du protochlorure, car ils avaient été conservés au contact de l'air, pendant plusieurs années. Néanmoins ces cristaux, tenus en ébullition avec de l'eau, coloraient celle-ci en vert, et la dissolution présentait les caractères des sels de sesquioxyde de chrome.

» L'eau bouillante, plusieurs fois renouvelée, afin d'éliminer jusqu'au plus léger soupçon de protochlorure, continuait, comme la première fois, son action lentement dissolvante; et en fin de compte, j'acquis la certitude que le sesquichlorure de chrome le plus pur (j'ai opéré sur de nombreux échantillons de ce sel provenant de diverses sources) se dissolvait, en réalité, dans l'eau, avec une grande lenteur sans doute, mais de la manière la moins équivoque.

» Le temps nécessaire à cette dissolution diminue, comme on devait s'y attendre, avec l'élévation de la température. Quelques grammes de sesquichlorure, préalablement lavés avec de l'eau bouillante, ont été renfermés avec cinq ou six fois leur poids d'eau dans un tube scellé à la lampe, qu'on a exposé pendant une heure dans un bain d'huile à une température comprise entre 150 et 200 degrés. Le liquide sorti du bain était d'un beau vert foncé; il contenait beaucoup de chrome.

» D'un autre côté, l'acide sulfurique, concentré et chaud, attaque le chlorure de chrome; il en dégage peu à peu l'acide chlorhydrique et laisse un liquide vert soluble dans l'eau, et contenant une forte proportion de chrome.

» En résumé, l'eau peut, directement, sans aucun intermédiaire, dissoudre le sesquichlorure de chrome le plus pur, pourvu que son contact avec ce sel soit suffisamment prolongé, et la température du mélange convenablement élevée.

» Quand on examine le temps considérable qu'exige la disparition de ce sel, on est porté à croire qu'il y a là autre chose qu'une simple dissolution, car celle-ci devrait s'effectuer avec beaucoup plus de rapidité; il semblerait plutôt que, d'une part, les éléments du chlorure, et, de l'autre, ceux de l'eau réagissent les uns sur les autres, de manière à donner naissance à un véritable

chlorhydrate de sesquioxyde de chrome. Dans le travail fort intéressant présenté tout récemment à l'Académie par M. Lœwel, ce chimiste cite plusieurs expériences qui lui sont propres, à l'appui de l'existence du chlorhydrate de sesquioxyde de chrome, et il rappelle que depuis longtemps M. Chevreul a développé des vues semblables sur le même composé.

» La propriété si curieuse que présente le protochlorure de chrome de dissoudre rapidement, et avec élévation considérable de température, le sesquichlorure du même métal, n'a pu encore être expliquée. Selon M. Peligot, cette action est dépendante non pas d'un phénomène chimique, d'une combinaison, mais bien d'un phénomène essentiellement physique, d'un changement moléculaire qui intervient dans la constitution du sesquichlorure de chrome; d'après lui, ni le sesquichlorure de chrome préparé par la voie humide, ni aucun chlorure autre que le protochlorure de chrome n'opère sa dissolution du chlorure violet, et il regarde cette propriété, partage exclusif du protochlorure, comme une fonction du même ordre que celle de la diastase sur l'amidon, ou celle du ferment sur les sucres.

» M. Lœwel, dans le travail que j'ai déjà cité, a cherché dans les phénomènes chimiques l'explication du fait dont l'Académie a été si souvent et à si juste titre entretenue. Il pense que le protochlorure de chrome agit sur le sesquichlorure par son affinité considérable pour le chlore, qu'il lui en enlève le tiers pour se transformer lui-même en hydrochlorate de sesquioxyde, en produisant aussi une quantité de protochlorure précisément égale à celle employée pour engager l'action dissolvante, que le protochlorure ainsi formé agit sur une nouvelle quantité de sesquichlorure, et que de proche en proche la réaction s'établit sur la masse entière de ce dernier sel, absolument comme, dans les chambres de plomb, le deutoxyde d'azote convertit en acide sulfurique des quantités d'acide sulfureux tout à fait en dehors, par leur grande masse, des proportions chimiques.

» Quoi qu'il en soit de cette explication, pour le développement de laquelle je renvoie au Mémoire de l'auteur (*Comptes rendus*, 23 avril 1845), elle m'a suggéré l'idée d'une expérience qui vient ajouter un fait nouveau très-remarquable à l'histoire du sesquichlorure de chrome. Si le protochlorure de chrome, me suis-je dit, agit, comme le pense M. Lœwel, sur le sesquichlorure de chrome en enlevant du chlore à ce sel, n'est-il pas possible que d'autres chlorures également très-avides de chlore soient dans le même cas? L'expérience a répondu à cette attente. Le protochlorure d'étain, dans des proportions très-minimes, opère, soit à froid, soit à chaud, la dissolution du sesquichlorure de chrome dans l'eau.

» J'ai dissous dans l'acide chlorhydrique 0^{gr},005 d'étain, j'ai étendu d'eau

la dissolution, à laquelle j'avais ajouté 1 gramme de sesquichlorure. Après quelque temps d'ébullition, ce sel a été dissous.

» 5 milligrammes de chlorure d'étain cristallisé et bien dépouillé d'acide chlorhydrique libre ont également déterminé la dissolution de 1 gramme de sesquichlorure. A la température ordinaire, du jour au lendemain, le protochlorure d'étain provoque la disparition d'une proportion relativement très-considérable de sesquichlorure de chrome. Au bout de quelques heures, le mélange est déjà fortement coloré en vert, et les réactifs y indiquent beaucoup de chrome.

» Cette dissolubilité n'est pas assurément aussi prompte qu'avec le protochlorure de chrome, mais elle a lieu, comme avec ce dernier sel, dans des proportions extrêmement petites, et à la température ordinaire. On a vu qu'elle pouvait être produite par la présence de 5 millièmes de protochlorure d'étain, mais elle aurait sans doute encore eu lieu par une bien plus faible proportion de ce sel.

» D'autres corps plus ou moins avides de chlore, tels que les protochlorures de fer et de cuivre et l'hyposulfite de soude, déterminent également la dissolubilité du sesquichlorure, mais avec moins de facilité que le protochlorure d'étain.

» Les chlorures saturés de chlore, comme les chlorures alcalins, le sel ammoniac, le perchlorure d'étain, n'exercent aucune action dissolvante sur le sesquichlorure de chrome. Cette circonstance semble très-favorable à l'explication que propose M. Lœwel; mais sans entrer sur ce sujet dans des considérations plus ou moins hypothétiques; sans adopter ni rejeter une théorie d'ailleurs ingénieuse, je me borne à indiquer les expériences qu'elle m'a suggérées, et qui tendent à rapporter aux réactions ordinaires de la chimie un phénomène qui avait paru s'en éloigner. »

M. **Payen** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son *Compte rendu des travaux de la Société royale et centrale d'Agriculture*.

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur deux Mémoires de* M. **Amédée Burat**, *ayant pour titres :* 1° Études sur les terrains et sur les gîtes métallifères de la Toscane; 2° Études sur les gîtes métallifères de l'Allemagne.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy rapporteur.)

« M. Amédée Burat a présenté à l'Académie le 4 décembre 1843 et le 30 sep-

tembre dernier, les deux Mémoires dont on vient de rappeler les titres; la similitude de leurs sujets a engagé M. le Président à les renvoyer successivement à l'examen d'une même Commission, composée de M. Al. Brongniart, M. Élie de Beaumont et moi; votre Commission a suivi la même marche, elle a pensé qu'en groupant ensemble les faits que M. Burat a réunis dans ces Mémoires, elle ferait mieux ressortir les opinions de l'auteur sur la constitution des gîtes métallifères, et qu'il en résulterait un enseignement plus réel sur cette source de richesse minérale.

» Les gîtes métallifères fournissent les matières premières d'un grand nombre d'industries; celles qui ne reposent pas directement sur l'exploitation des métaux leur empruntant au moins leurs instruments les plus indispensables, il en résulte que l'art du mineur remonte aux siècles les plus reculés; malgré cette haute antiquité, malgré la succession non interrompue de travailleurs, qui ont cherché sans relâche à dévoiler les secrets de la nature, les premières connaissances réelles sur les gîtes des minerais ne remontent qu'à la fin du dernier siècle. L'exploitation des mines, longtemps abandonnée à de simples praticiens qui étaient guidés plutôt par une espèce d'instinct que par une étude raisonnée de la disposition des gîtes métallifères, ne possédait, du moins pour la recherche, aucune règle fixe; les difficultés qui accompagnent l'étude des gîtes métallifères avaient empêché pendant longtemps les géologues de s'occuper de cette question, et en ont retardé les progrès. On ne peut, en effet, observer la marche des filons, découvrir les lois qui régissent leur allure et leur composition, qu'en visitant continûment les travaux souterrains dont l'accès est souvent difficile; il faut, en outre, que les personnes qui se livrent à ce genre d'observations puissent y consacrer beaucoup de temps, et elles doivent s'armer d'une persévérance infatigable pour suivre pas à pas le mineur, qui, dans son travail de chaque jour, efface les faits à mesure qu'il les met en évidence.

» Werner, mineur par goût autant que par état, professeur à l'École de Freyberg, située au milieu des plus riches exploitations de l'Allemagne, sut discerner avec un rare génie les lois qui régissent les filons de l'Erzgebirge et de Freyberg, et il publia en 1791 une théorie des filons qui a été jusqu'à présent la règle des mineurs. Mais les traits caractéristiques des filons de la Saxe lui firent négliger les gîtes qui ne se rapportaient pas à ce type. Le célèbre professeur de Freyberg, séduit par les lois que les filons de la Saxe présentaient dans leurs formes, leur allure, leur structure et leur composition, attribua à ces lois une généralité et une constance qu'elles ne possèdent pas

entièrement, et négligea les gîtes irréguliers en les considérant comme exceptionnels.

» Depuis la théorie des filons de Werner jusqu'à l'ouvrage de Weissembach, il n'a paru aucun travail général sur les gîtes métallifères. Cet ouvrage, dans lequel ont été réunis avec beaucoup de détails les faits qui se rapportent aux filons, ne renferme, comme celui de Werner, presque aucuns détails sur la disposition des gîtes irréguliers; cependant ces gîtes ont acquis une grande importance pour la production des métaux, depuis que l'industrie minérale a porté ses investigations dans des champs inexplorés. En effet, les mines de plomb si riches des Alpujarras, qui ont été sur le point de transporter à l'Espagne le monopole du commerce du plomb; les gîtes de calamine du Limbourg et de la Prusse rhénane; les mines de cuivre du Chili et de Cuba, ainsi que celles de la Toscane, etc., appartiennent aux gîtes irréguliers pour lesquels les lois que nous venons de citer ne se reproduisent pas.

» M. Fournet (1), dont l'Académie a si souvent reçu les communications avec intérêt, a également porté de vives lumières sur la théorie de la formation des gîtes métallifères, en montrant leur liaison intime avec la production des roches ignées. Enfin nous citerons, parmi les personnes qui se sont occupées d'une manière particulière de ces questions importantes, M. Daubrée, professeur à la Faculté de Strasbourg; nous rappellerons que ce géologue a vu, dans le grand nombre de minéraux fluorés et boriques qui accompagnent les mines d'étain, une probabilité de la formation de ces filons par la sublimation des combinaisons volatiles, que l'étain forme avec le fluor et le bore. Les échantillons d'étain de Carclase, qui remplacent des cristaux de feldspath et en affectent la forme d'une manière très-nette, donnent une grande probabilité à l'opinion de M. Daubrée, du moins pour plusieurs des gîtes d'étain qui sont en filons ou en stockwercks.

» M. Burat, professeur de géologie et d'exploitation des Mines, à l'École centrale des Arts et Manufactures, a cherché, comme ses devanciers, les causes qui ont présidé à la formation des gîtes métallifères; mais, livré spécialement à la pratique, il a surtout tourné ses études vers la géologie d'application. Un voyage sur la terre classique des filons lui a montré que les règles générales pour les gîtes réguliers, pour ceux qui existent dans le milieu d'une formation, qui en coupent les couches de part en part, ne se vérifiaient que rarement, peut-être même jamais pour ceux placés à la séparation de deux

---

(1) *Études sur les dépôts métallifères;* par M. Fournet, docteur ès sciences; 1835.

terrains, pour les *gîtes de contact*. Ne voulant pas refaire ce qui avait été fait avec tant de talent par le célèbre professeur de Freyberg, il s'est particulièrement adonné à l'étude de ces derniers gîtes dont nous avons plus haut signalé l'importance; il les a observés successivement en Italie et en Allemagne. Nous suivrons, dans ce Rapport, l'ordre de ces recherches, en réunissant toutefois dans un même résumé les conséquences qui s'en déduisent.

» Son premier Mémoire est consacré à la Toscane; après en avoir fait connaître la configuration physique, l'auteur donne une description sommaire des différentes formations qui en composent le sol; il fait ressortir avec soin la liaison intime qui existe entre certaines roches d'éruption et les terrains de sédiment, laquelle révèle à chaque pas l'action métamorphique qui a joué un rôle si puissant dans la formation de notre globe; longtemps avant que cette ingénieuse théorie ne fût acceptée, les géologues italiens avaient désigné, par le nom particulier de *verrucano*, les roches métamorphiques, par la difficulté de les rapporter d'une manière certaine aux roches ignées ou aux roches de sédiment, entre lesquelles il est souvent impossible de tracer une ligne de démarcation.

» Après cet exposé général, l'auteur arrive à la description du terrain serpentineux, qui paraît, plus que toutes les autres roches ignées, avoir contribué au relief actuel du sol de l'Italie centrale. C'est également avec ce même terrain que sont liés les différents minéraux de la Toscane; nous croyons utile d'y arrêter, pendant quelque temps, l'attention de l'Académie comme étant plus spécialement en rapport avec l'objet du Mémoire de M. Burat; nous tâcherons d'abord d'établir que la serpentine est une roche ignée; fait avancé, dès 1772, par Ferber, et contesté dans ce moment par quelques géologues.

» La texture compacte de la serpentine, son association avec des nodules et des veines calcaires, ainsi que l'eau qui entre dans sa composition, sont sans doute les causes de cette opinion; mais plusieurs roches volcaniques, le basalte même, se présentent avec une texture compacte, et leur composition est souvent moins bien définie que celle de la serpentine. Quant à la présence de veines calcaires, il est certain que pour un géologue qui n'aurait vu les *gabbros* de l'Italie ou l'*ophicale* de M. Brongniart que dans les collections, il serait assez naturel de les regarder comme neptuniens; mais l'entrelacement du calcaire et de la serpentine qui caractérise ces roches devient, au contraire, lorsqu'on les étudie sur place, une raison de les considérer comme produites par la voie ignée; la Toscane est un des points les plus favorables pour résoudre cette question intéressante de la géogénie. Ces mélanges for-

ment, en effet, une zone très-étroite à la séparation des terrains de serpentine et de calcaire; on est porté à en exagérer beaucoup l'importance, parce que toutes les carrières sont concentrées dans ces parties, les seules qui fournissent un marbre agréable à l'œil et de quelque solidité, la serpentine pure étant fissurée dans toutes les directions; mais, si l'on abandonne les champs d'exploitation, on reconnaît bientôt que les calcaires et les serpentines sont des roches d'origine complétement distincte. Les premières, stratifiées sur de grandes étendues, portent avec elles l'empreinte de leur formation aqueuse; les serpentines, au contraire, fissurées dans différents sens, quelquefois même columnaires, montrent, par leur association avec de nombreux cristaux de bronzite, de grenats, de fer oxydulé, etc., que leur origine est éminemment cristalline. Si de cette étude de détails on s'élève jusqu'aux vues d'ensemble, le doute n'est plus permis; les groupes serpentineux apparaissent partout comme des centres d'éruption et de soulèvement; leurs masses forment souvent des pointes culminantes coniques, aux formes arrondies, et autour d'elles les roches stratifiées sont relevées en tous sens. Nous citerons particulièrement les serpentines de Rosignano et celles de l'île d'Elbe, comme fournissant les exémples les plus curieux de cette disposition. Dans ces localités, on reconnaît, en outre, de la manière la plus évidente, que les marbres serpentineux sont formés par un épanchement de la serpentine dans le calcaire, qui s'y est introduite dans des fissures et suivant les plans de sa stratification.

» Les gîtes métallifères de la Toscane occupent une bande comprise entre les vallées de l'Arno et de l'Albegna, et qui s'étend de l'ouest à l'est, des bords de la mer aux Apennins. On désigne assez généralement cette bande sous le nom de *chaîne métallifère*, dénomination défectueuse, puisque les montagnes qui l'occupent forment pour la plupart des groupes isolés, de véritables îles au milieu des plaines des Maremmes : telles sont les montagnes de Pise, les groupes de Monte-Calvi, Monte-Vaso, Sasso-Forte, Monte-Amiata. La presqu'île du Monte-Argentario qui forme dans la mer un promontoire majestueux; les deux groupes de Campana et de Santa-Catarina, quoique situés tous deux dans l'île d'Elbe, appartiennent également à cette chaîne par la nature des roches, la direction des couches et les différentes circonstances de gisement des minerais. L'isolement de ces petits groupes n'est pas le seul fait qui empêche de les réunir sous le nom de chaîne; leur étude montre que chacun d'eux possède des caractères spéciaux de forme et de composition, et qu'ils constituent autant de centres de soulèvement autour desquels rayonnent des contre-forts qui souvent, à la vérité, se pénètrent les uns dans les autres.

» Les terrains qui constituent ces groupes sont en partie neptuniens, en partie ignés; les premiers comprennent le calcaire jurassique, les formations crétacées et les formations tertiaires; les seconds sont principalement représentés par les serpentines et les roches feldspathiques. Le rôle de ces deux genres de roches est différent: les serpentines ont eu la part la plus importante dans la configuration de cette partie de l'Italie; arrivées au jour après le dépôt des formations jurassiques et crétacées qui avaient couvert toute la Toscane de dépôts puissants, elles ont sillonné cette région suivant plusieurs lignes parallèles, dont la plus marquée est celle des Apennins. Les terrains tertiaires ne remplirent que des bassins circonscrits, dans les anfractuosités du sol émergé par les serpentines, et ce fut après leur dépôt qu'eut lieu la sortie des roches feldspathiques qui détermina de nouveaux soulèvements et la configuration actuelle de la contrée. Les différences entre les deux principales roches éruptives de la Toscane deviennent encore plus saillantes quand on étudie leurs relations avec les minerais métalliques; on reconnaît bientôt, en effet, que les roches feldspathiques sont complétement stériles en minerais, et si quelquefois elles contiennent des grains de pyrites, ce fait résulte d'une pénétration par le contact de dykes métallifères qu'elles traversent.

» Les gîtes métallifères sont, au contraire, liés aux serpentines par des rapports géographiques remarquables; dans l'île d'Elbe, par exemple, ils sont tous concentrés dans le groupe oriental, tandis que la masse granitique du Campana en est entièrement dépourvue. On est donc conduit à penser que sur le continent, comme à l'île d'Elbe, c'est à l'influence de cette roche qu'est due la richesse métallifère. Tous les dépôts de minerais de la Toscane et de l'île d'Elbe appartiennent à la classe des gîtes de contact, irréguliers dans leur marche et leur composition; ils sont complétement distincts des filons du Cornouailles, du Hartz ou de la Saxe, n'étant assujettis à aucune loi apparente: au lieu d'être, comme les véritables filons, indépendants des roches encaissantes, ils ont, au contraire, les relations les plus intimes avec elles.

» Les minerais qu'on y rencontre sont nombreux et variés; toutefois la richesse réelle consiste en minerais de fer et de cuivre. Les belles exploitations de fer de l'île d'Elbe sont tellement connues, qu'il suffit de les mentionner; nous croyons, au contraire, utile de dire quelques mots des mines de cuivre de la Toscane, remarquables par leur abondance et leur richesse; il se pourrait même qu'elles fussent un jour appelées à produire un déplacement dans le commerce de ce métal, analogue à celui que les lagoni ont apporté dans le commerce du borax. Ces mines sont groupées principalement dans les pro-

vinces désignées sous le nom de *Volteranno, Massetano* et *Campigliese*. L'accumulation des déblais autour des anciennes exploitations, et les scories produites par le traitement du cuivre, témoignent de l'importance que ces mines ont eue dans les temps antiques, probablement à l'époque de la grandeur de Rome, où le bronze, prodigué à tous les usages, remplaçait le fer dans l'industrie, et fournissait les ornements les plus recherchés dans les édifices publics et les habitations particulières.

» La mine de cuivre la plus prospère est celle de Monte-Catini; on y exploite un filon irrégulier de plusieurs mètres de puissance, placé suivant les contours d'une masse de serpentine; ce filon traverse une roche arénacée, altérée par l'action même de la serpentine, que l'on désigne dans le pays par le nom de *gabbro-rosso*, pour la distinguer des roches qui présentent encore leurs caractères propres. Le filon est rempli d'une argile verte stéatiteuse, ayant tous les caractères de la serpentine délitée, et même dans la profondeur, cette gangue devient une serpentine solide et parfois cristalline. Ce remplissage contient surtout, vers son contact avec le *gabbro-rosso*, des rognons de cuivre pyriteux et panachés, purs et isolés de la gangue. L'argile verte est, en outre, souvent pénétrée de petites veinules de cuivre pyriteux, de telle sorte qu'en la laissant déliter à l'air, puis en la lavant, on obtient un schlick assez riche, désigné par les mineurs toscans par l'expression d'*arena metallica*. Les rognons qui forment la base de l'exploitation, grossièrement ellipsoïdes, ont, en moyenne, 10 à 30 centimètres dans leur plus grande dimension; ils sont distribués d'une manière irrégulière au milieu du filon, mais ils n'ont jamais fait défaut depuis dix ans que l'exploitation a pris quelque activité. En profondeur, la masse serpentineuse se renfle, et les nodules métalliques atteignent alors le volume de plusieurs mètres cubes. Un d'eux, de forme lenticulaire, a 30 mètres dans le sens de direction, 15 d'inclinaison, sur une épaisseur qui atteint $2^{m},20$. Son volume est de plus de 300 mètres cubes; il est composé de cuivre panaché, au titre moyen de 50 pour 100.

» L'affleurement de ce filon atteint à peine $0^{m},20$ de puissance, de telle sorte qu'il existe à peine un signe extérieur de cette grande richesse minérale.

» A l'exception des dimensions et de la richesse en minerai, le filon de Monte-Catini représente assez exactement la manière d'être des *gîtes de contact*, si fréquents en Toscane; ces gîtes ont été produits par le même phénomène qui a amené les serpentines au jour, et le plan de séparation entre les roches neptuniennes et ignées a, pour ainsi dire, servi de cheminée aux émanations métalliques qui ont enrichi le terrain.

» Outre cette disposition, M. A. Burat distingue encore, en Toscane, trois

autres types de gisements métallifères, qui, du reste, ont tous une certaine analogie avec celui que nous venons de décrire. Il les définit de la manière suivante :

« Dykes éruptifs, composés d'amphibole, d'hématite et d'yénite, qui ont » soulevé le sol du Campigliese; ces dykes sont métallifères et contiennent » du cuivre pyriteux, du fer sulfuré, de la galène et de la blende, disséminés » de telle sorte, que les gangues et les minerais sont évidemment contempo- » rains. Ces dykes s'isolent des éruptions serpentineuses par des directions » spéciales, et les principes cuprifères, qui excluent tous les autres dans la » première classe de gîtes, sont mélangés, dans ceux-ci, de fer, de plomb et » de zinc.

» Amas et dykes éruptifs, composés presque exclusivement de fer à tous » les degrés d'oxydation. Les minerais de fer de l'île d'Elbe forment le type » de cette classe de gîtes.

» Couches quartzeuses contenues dans la formation crétacée inférieure, » imprégnées de veinules et de particules métallifères, suivant une zone diri- » gée de Montieri à l'Accesa; leur développement concorde toujours avec » un métamorphisme prononcé de toutes les couches du terrain; et, parmi » les effets de ce métamorphisme, on remarque l'introduction du quartz et » la transformation des schistes en alunites. »

» Le second Mémoire de M. Burat, consacré à l'Allemagne et aux bords du Rhin, est divisé en trois parties : dans la première, il décrit les mines du Hartz; dans la deuxième, celles de l'Erzgebirge; et dans la troisième, les exploitations du pays de Siegen et du Limbourg. Après avoir fait connaître la constitution générale de ces contrées, il donne l'histoire des gîtes métallifères qu'elles renferment.

» M. Burat distingue deux catégories dans les filons du Hartz : 1° les minerais de fer consistant en oxydes, hydratés ou anhydres; 2° les minerais sulfurés, de plomb, cuivre et argent, dont la galène argentifère forme le trait principal. La séparation des deux classes de métaux n'est pas, il est vrai, absolue; ainsi, la galène a souvent pour gangue du fer carbonaté, et la pyrite cuivreuse est fréquemment mélangée de pyrite martiale; néanmoins ces gîtes sont généralement très-distincts sous le rapport minéralogique. Cette classification des minéraux du Hartz en deux groupes devient souvent intéressante par l'ensemble des phénomènes généraux qui s'y rattachent, et que M. Burat a fait ressortir avec beaucoup de sagacité.

» Les minerais de fer appartiennent aux gîtes de contact.

» Les minerais sulfurés, concentrés dans deux régions principales, con-

stituent de véritables filons remarquables par leur puissance, leur étendue et leurs caractères généraux.

» Les minerais de fer ont, en outre, une liaison évidente avec les roches amphiboliques; les principaux gîtes sont alignés de Lehrbach à Butenbach et Altenau, c'est-à-dire précisément suivant les plans de contact de ces roches avec les couches du terrain schisteux; ils constituent des veines peu continues, dirigées parallèlement à la stratification du terrain schisteux, et suivant le plan de jonction de ces terrains. La liaison que cette disposition établit entre la production des minerais de fer et les roches amphiboliques est encore augmentée par l'étude détaillée de ces gisements. Aussi, dans beaucoup de cas, le minerai de fer est dans la masse même des diorites, il y forme des amas irréguliers, il passe même à la roche amphibolique qui se charge de plus en plus d'oxyde de fer; ces deux minéraux semblent, en outre, avoir cristallisé en même temps, et dans beaucoup de circonstances on observe des masses à structure globulaire dans lesquelles les oxydes et l'amphibole forment des couches concentriques successives.

» Ces faits intéressants prouvent la contemporanéité des minerais de fer et des diorites, et ils établissent d'une manière certaine qu'au Hartz comme à l'île d'Elbe, ces minerais sont d'origine éruptive et qu'ils sont, dans ces deux localités, liés aux roches amphiboliques. Nous rappellerons, à cette occasion, que M. de Buch a depuis longtemps annoncé que les minerais de manganèse d'Ilefeld sont une conséquence immédiate des mélaphyres qui existent dans cette partie du Hartz; il en résulte que la formation des oxydes de fer et de manganèse se trouve dans des circonstances analogues, et que les roches pyroxéniques, de même que les roches amphiboliques, ont également été accompagnées de la production de minerai.

» Quant aux filons sulfurés, M. Burat fait remarquer qu'il résulte de « l'étude du district d'Andréasberg, que les roches dioritiques avaient déjà » relevé le terrain schisteux avant la formation de ces filons. Toutefois, » ajoute-t-il, dans plusieurs localités, les gîtes de plomb et de cuivre s'arrê- » tent à la limite des diorites et ne les coupent jamais, ce qui avait fait pen- » ser que celles-ci étaient plus modernes; mais ce n'est qu'une apparence, et » les diorites ont en quelque sorte limité le *champ des fractures* détermi- » nées par les phénomènes postérieurs, en sorte que ces roches ont été une » véritable barrière devant laquelle ils se sont infléchis et arrêtés. »

» Une autre différence également remarquable, c'est que les roches encaissantes ne paraissent avoir eu aucune influence sur la richesse des filons du Hartz; celle-ci est très-variable, les croisements ne présentent que très-rare-

ment l'enrichissement que l'on admet en général. Les concentrations principales de minerais ont toujours été observées sur les points où les filons se bifurquent et se ramifient, en sorte que ce serait plutôt à la disposition des fissures, à la forme du vase, si l'on peut se servir de cette expression, dans lequel la cristallisation a eu lieu, qu'est due l'abondance du minerai. Cette remarque importante, analogue à ce qui se passe quand on fait cristalliser artificiellement certains sels, change les règles que l'on a souvent indiquées pour la recherche des filons et devient une observation précieuse pour le mineur. Dans quelques circonstances, cependant, il existe un véritable enrichissement au croisement de deux filons ; mais on a remarqué que presque toujours alors, il tient à la forme de la fissure. Le Mémoire fait encore ressortir des relations importantes entre les gangues et la nature des minerais, notamment dans le district de Clausthal, ainsi que celles qui existent entre les délimitations naturelles des champs de fracture et la composition des terrains, relations qui ont toujours déterminé la forme et l'étendue des clivages du sol.

» L'Erzgebirge diffère essentiellement du Hartz par la forme et par la nature des roches qui constituent le sol; ici toute la contrée est de gneiss, accidentée par des porphyres variés dans leurs caractères minéralogiques. Les mines qui dépendent de ce groupe se ressentent de cette différence de composition de la chaîne: ce sont principalement des mines de plomb argentifère, d'argent à l'état de sulfure ou des mines d'étain. Un partage analogue à celui que nous avons signalé pour le Hartz se reproduit toutefois pour la Saxe: les minerais sulfurés constituent de véritables filons indépendants du terrain dans lequel ils existent; l'oxyde d'étain paraît, au contraire, une conséquence même de la roche feldspathique qui les contient, en sorte que les porphyres jouent en Saxe, d'après M. Burat, « le rôle des diorites au » Hartz, et celui des serpentines et de l'yénite en Toscane. »

» Les filons du district de Freyberg sont beaucoup plus réguliers que ceux du Hartz; Werner les avait rangés en quatre groupes d'après leur direction générale. Cette distinction d'âge, par direction, n'a rien d'absolu, ce qui a engagé les géologues de Freyberg à les classer d'après leur composition. M. de Herder les avait divisés en cinq classes d'après la nature des minerais; plus récemment, M. Weissembach en a fait quatre groupes, en prenant pour point de départ la nature de leurs gangues. Ces classifications, d'après la composition, prouvent, il est vrai, que les idées de Werner sur la formation des filons ne sont pas absolues, mais elles montrent en même temps que si cet illustre géologue avait exagéré l'importance des lois de direction qui se re-

trouvent dans tous les phénomènes généraux qui ont présidé à la formation du globe, il avait saisi avec une admirable sagacité leurs rapports généraux. N'est-il pas, en effet, bien remarquable de voir plus de neuf cents filons exploités dans le district de Freyberg, se rapporter à trois directions générales et se soumettre à des lois de composition qui indiquent l'époque de leur remplissage?

» En résumant les différents faits exposés dans les deux Mémoires dont je viens de donner l'analyse, M. Burat classe les gîtes métallifères en deux groupes généraux :

» Les filons, ou gîtes réguliers;

» Les gîtes irréguliers, qui comprennent les gîtes éruptifs et de contact.

» Les premiers, indépendants du terrain encaissant, présentent des rapports remarquables entre leur âge, leur composition et leur direction. Toutefois, les lois qui les régissent sont moins absolues qu'on ne l'admet généralement; ces filons, dont l'ouverture paraît en relation avec un des phénomènes qui ont modifié le relief du globe, doivent leur remplissage à des actions qui se sont continuées pendant une période plus ou moins longue. Ce remplissage des filons peut donc, dans quelques cas, ne pas être une conséquence immédiate de la cause qui les a ouverts.

» Les gîtes irréguliers sont concentrés dans une zone peu épaisse, au contact de deux roches d'origine ou d'époque diverses. Tantôt ils forment des veines qui, courant dans toutes les directions, s'insinuent entre les couches des terrains préexistants et s'entrelacent entre elles à la manière d'un réseau; tantôt ils se présentent sous la forme d'amas, de rognons ou de géodes, isolés, enclavés au milieu de la roche éruptive. Il existe toujours une relation entre la richesse de ces gîtes et la roche encaissante. Enfin les minerais eux-mêmes, comme le cuivre panaché de Monte-Catini, les pyrites de Campigliese, le fer oligiste de l'île d'Elbe, les hématites du Hartz et l'étain de la Saxe, ont été produits avec les roches ignées qui les accompagnent et sont eux-mêmes des produits d'éruption. Les matériaux qui remplissent les filons réguliers ont probablement une origine première analogue, mais ils ont été arrangés par des phénomènes de plus en plus lents, dont les sources thermales nous offrent peut-être le dernier terme, et qui ont dérivé des premiers phénomènes éruptifs, à peu près comme les solfatares dérivent des éruptions volcaniques.

» Ajoutons que les gîtes irréguliers, d'abord négligés parce qu'ils semblent échapper à toute loi générale, sont maintenant très-nombreux, et que les produits qu'ils versent dans le commerce sont très-considérables.

» Les conclusions que nous venons de rappeler sont fondées sur un grand nombre d'observations propres à l'auteur; d'un grand intérêt pour la science, elles sont, en outre, précieuses pour l'art des mines, auquel elles fournissent des données nouvelles pour la recherche des minerais.

» Votre Commission pense, en conséquence, que le travail de M. Burat mérite toute la bienveillance de l'Académie, et elle a l'honneur de vous en proposer l'insertion dans les Mémoires des *Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

OPTIQUE. — *Théorie de l'œil; par* M. L.-L. VALLÉE. (Quatrième Mémoire.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Arago, Serres, Magendie, Pouillet, Sturm, Babinet.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un quatrième Mémoire sur la vision.

» Je fais voir dans ce Mémoire que la loi des rayons virtuels normaux à la rétine s'applique aux yeux des insectes et des crustacés, tels que les décrit M. Muller dans sa *Physiologie du Système nerveux,* et je donne de nouveaux tableaux des réfractions de l'œil. De ces tableaux découlent les faits les plus importants de ma théorie.

» D'après cette théorie, l'image de la chambre obscure qui produit l'image de la rétine est d'une perfection et d'une espèce inimitables.

» A l'effet d'obtenir cette perfection, un milieu particulier, le corps vitré, se trouve interposé entre la lentille et le tableau; ce corps se compose de couches de plus en plus réfringentes en approchant de la rétine, et de là résultent deux moyens d'achromatisme qui concourent au même but.

» Par cette même disposition du corps vitré, l'image de la rétine est agrandie; elle se reporte vers le grand cercle transversal du globe, et elle occupe toute la moitié postérieure de l'organe, et même un peu plus, conformément aux faits, qu'il serait difficile d'expliquer en supposant le corps vitré homogène.

» A l'effet encore d'obtenir toute la perfection possible, le tableau qui reçoit l'image est courbe, et toutefois il diffère beaucoup d'une sphère. Les droites ou rayons virtuels qui joignent les points rayonnants et leurs images sont normales au tableau, ce qui, pour chaque objet, produit une perspective qui n'a, dans aucune de ses parties, les défauts des *perspectives curieuses.*

» De plus, les rayons de courbure du tableau, lesquels coïncident avec les rayons virtuels, augmentent de longueur à mesure que les points auxquels ils se rapportent sont plus près du fond de l'œil; d'où il suit que l'image d'un objet sur lequel se porte angulairement l'axe optique est dessinée avec une échelle qui augmente à mesure que cette image se rapproche du fond du globe oculaire.

» Enfin, chose bien remarquable, l'allongement de l'œil, la diminution du rayon de la cornée et le déplacement du cristallin, en vertu de la disposition du corps vitré en couches, se réduisent à des changements de deux ou trois dixièmes de millimètre seulement d'amplitude.

» Et ces faits ne consistent pas en aperçus vagues: ce sont des résultats d'expérience, de géométrie et de calcul. Ils conduisent à ces questions :

» Serait-ce par hasard qu'on obtiendrait, au moyen de notre théorie, des résultats rigoureux si bien d'accord avec les conditions essentielles d'un appareil excellent de vision? On ne le pensera pas.

» Serait-ce un défaut de notre théorie que de conduire à un œil trop bon? serait-il clair, à priori, que la création n'a pu faire une œuvre parfaite? Autrefois, à l'occasion des images réfléchies et réfractées, Newton, en désespoir de cause, a pu faire supposer que l'œil n'était pas probablement un instrument fort précis; mais c'est une opinion qui ne saurait subsister aujourd'hui. Les progrès de la physiologie, l'examen des yeux des insectes et des crustacés, et plus encore la vision des objets réfléchis et réfractés, ne le permettent pas.

» Enfin, la disposition du corps vitré en couches serait-elle une pure hypothèse? Non, c'est une circonstance appuyée par des faits nombreux, dont quelques-uns paraissent démonstratifs.

» Tel est, en résumé, le résultat de mes recherches. On pourra bien dire, si on le veut, qu'on n'admet pas les indices que je dois attribuer à ces couches; mais on conviendra que mon explication est complète, et qu'elle va bien au delà de ce qu'on demandait à la théorie de l'œil.

» Je présente, dans une Note additionnelle, des observations sur la théorie de M. Sturm. Il me semble résulter bien clairement des expériences que j'indique, que cette théorie ne s'applique pas à l'œil normal. La mienne admet d'ailleurs que les surfaces réfringentes ont des axes différents; c'est même un de ses grands avantages, et il fait disparaître pour l'œil les difficultés jusqu'à présent fort embarrassantes de l'aberration de courbure. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches sur les étoiles filantes; par* M. COULVIER-GRAVIER.

(Commission précédemment nommée.)

« Jusqu'à ce jour, dit l'auteur du Mémoire, les étoiles filantes n'ont pas été l'objet d'observations assez suivies et prolongées pendant un temps assez long pour qu'on ait pu arriver à quelque loi générale. A la vérité, on a cru reconnaître qu'il y avait des époques déterminées où ces météores se montraient infiniment plus nombreux que dans les temps ordinaires; mais les retours périodiques auxquels on avait cru pouvoir les assujettir, commencent à paraître problématiques, et peut-être ne les aurait-on jamais admis si l'on avait commencé par chercher à constater les apparitions de chacune des nuits de l'année. Un pareil travail, à la vérité, eût été fort pénible, et c'est, sans doute, ce qui aura découragé les observateurs. Pour moi, occupé depuis 1829 de ce genre de recherches, auxquelles je me livrais d'abord dans un but particulier, je les ai depuis poursuivies pour elles-mêmes, et, à partir de 1841, j'ai tenu des registres réguliers de mes observations. J'ai dû, à cet effet, m'adjoindre un collaborateur, M. Chartiaux, qui observe l'une des moitiés du ciel, tandis que je m'occupe de l'autre; j'inscris moi-même chaque apparition, tant celles qu'annonce à haute voix mon aide que celles que je vois moi-même. De cette manière, il est impossible de faire double emploi, ce qui est, au contraire, presque inévitable dans le cas où plusieurs personnes observant à la fois, chacune note de son côté ce qu'elle aperçoit dans la portion du ciel qui lui est échue. J'expliquerais ainsi, peut-être, les nombres par trop extraordinaires notés par quatre personnes qui observaient simultanément dans un même lieu.

» Les observateurs, en général, ont choisi leur temps pour faire ces recherches; quant à nous, il n'y a qu'un ciel couvert qui puisse interrompre nos observations, auxquelles nous revenons, quelle que soit l'heure de la nuit, dès que l'état du ciel le permet. Mes registres me fournissent ainsi : depuis le mois de juillet 1841 jusqu'au mois de février 1845, 5302 étoiles filantes observées en 1054 heures. J'ai groupé, dans les divers tableaux que renferme mon Mémoire, ces observations de manière à en pouvoir déduire des résultats relativement au plus ou moins de fréquence de ces météores, suivant les heures, les mois et les années. On conçoit que, sur ce dernier point, je ne prétends encore rien conclure de recherches qui ne s'étendent pas d'une manière régulière au delà de quatre ans; mais pour les variations horaires et mensuelles, je crois être déjà arrivé à reconnaître deux lois générales. Ainsi, dans

chaque mois compris entre le solstice d'hiver et le solstice d'été, le nombre moyen d'étoiles filantes, pour une heure, est très-sensiblement le même, et c'est aussi ce qui a lieu pendant les six autres mois; avec cette différence pourtant, que pour ces derniers la moyenne est à peu près double de ce qu'elle est pour les autres, et le changement s'opère, pour ainsi dire, sans transition. Pour les variations horaires, au contraire, il y a un changement graduel, et depuis six heures du soir, qui est l'heure du minimum, le nombre des apparitions va en augmentant continuellement jusqu'à six heures du matin, qui est le moment du maximum. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la structure et les mouvements des zoospermes du* Triton cristatus; *par* M. Pouchet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Dutrochet, Flourens, Milne Edwards.)

« Les observations que j'ai faites sur ces animalcules, dans des circonstances fort diverses m'ont conduit à reconnaître qu'il faut rectifier ce que l'on a dit relativement au filament enroulé en hélice que l'on a cru apercevoir autour de leur corps.

» J'ai vu que ces zoospermes sont surmontés, en arrière, par une membrane extrêmement fine qui est une véritable nageoire de la hauteur de 0,005 de millimètre.

» Cette nageoire offre un bord libre d'une étendue plus considérable que celui par lequel elle adhère au corps; aussi il en résulte que ce bord forme des replis très-amples, qui lui donnent l'apparence des collerettes à fraise que l'on portait au XVe siècle, mais dont les plis sont beaucoup plus lâches.

» C'est le bord libre de cette membrane que l'on a pris pour un filament roulé en hélice autour de l'animalcule.

» En observant les replis divers que forme le bord de la nageoire, j'ai été frappé d'une chose, c'est de la disposition angulaire qu'affectent ces replis. Tantôt ils représentent des angles droits, tantôt des angles obtus ou aigus, qui ont toujours leur sommet au même endroit; endroit où il semble qu'il existe même, à cet effet, une modification organique qui le transforme en une sorte d'articulation.

» Les mouvements des zoospermes des Tritons ont quelque chose de bien insolite. Ces animalcules passent en quelque sorte magiquement devant l'œil

de l'observateur en décrivant des cercles, et sans que leur corps opère aucun frétillement.

» L'observation attentive m'a prouvé que cette singulière locomotion est totalement due à la force motrice de la nageoire. Celle-ci, par ses ondulations incessantes, qui s'engendrent d'avant en arrière, frappe le fluide et porte le zoosperme en avant.

» Je considère cette nageoire et ses mouvements comme représentant tout à fait ce qui s'observe chez les Rotifères. J'adopte relativement à ceux-ci l'opinion de M. Dutrochet, qui ne voit dans leurs mouvements que les ondulations d'une membrane semblable à une collerette à fraise.

» Après avoir ainsi établi qu'il existe une véritable nageoire chez les zoospermes des Tritons, je ne crois pas utile de réfuter par d'autres arguments l'opinion de M. Van Beneden qui, d'après des vues tout à fait théoriques, a dernièrement, dans le sein de l'Académie de Bruxelles, combattu l'existence de l'épithélium chez les zoospermes. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation d'un animal nouveau appartenant au sous-embranchement des vers ou animaux annelés; par* M. E. BLANCHARD. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Milne Edwards, Valenciennes.)

« J'étudiais certains points de l'anatomie des Mollusques du genre Myie. Ayant ouvert longitudinalement le manteau d'un de ces Mollusques, je ne fus pas médiocrement surpris de trouver un animal logé sous cette enveloppe. Je l'examinai immédiatement, et tous les caractères que je pus saisir au premier abord ne tardèrent pas à me le faire considérer comme un type qui aurait échappé jusqu'à ce jour aux investigations des zoologistes. Je tenais les Mollusques, dans lesquels il habitait, de l'obligeance de M. Valenciennes. Je lui communiquai ma découverte, et comme il avait encore entre les mains plusieurs individus de la *Myia truncata,* il y rechercha l'animal que je venais d'y rencontrer; il en trouva bientôt quatre autres individus, qu'il voulut bien me communiquer.

» Cet animal n'est autre chose qu'un ver aplati, mou, blanchâtre, ayant une largeur à peu près égale au quart de sa longueur, qui est d'environ 4 centimètres. Il est arrondi en avant, et en arrière il se termine par une large ventouse comme chez les sangsues.

» Au moment où j'aperçus ce ver, la présence de sa grande ventouse me

fit penser qu'il appartenait à la famille des Hirudinées. L'examen de ses organes intérieurs me montra aussitôt qu'il s'en éloignait beaucoup.

» Le canal intestinal débute par un orifice buccal situé à l'extrémité antérieure du corps, et réduit à une simple échancrure à peu près triangulaire et supérieure. La portion antérieure du tube alimentaire est très-aplatie, et garnie intérieurement, dans tout son contour, de papilles rangées en séries longitudinales, et ayant la forme de petites lames dures et tranchantes.

» Après cette sorte d'œsophage élargi et très-long, le tube digestif se rétrécit, devient arrondi, et s'étend jusqu'à l'extrémité postérieure du corps en décrivant des sinuosités.

» Il n'est pas inutile de remarquer que ce canal intestinal n'offre aucune trace de cœcums analogues à ceux qu'on observe dans diverses Annélides et dans les Planariées, ni rien qui ressemble à un appareil biliaire. Il aboutit à l'extrémité postérieure du corps, au-dessus de la ventouse terminale. L'orifice anal est large, arrondi, et bordé par un repli de la peau.

» Le système nerveux consiste principalement en deux ganglions cérébroïdes très-écartés, et en une double chaîne ganglionnaire latérale. Les deux ganglions cérébroïdes d'un volume assez considérable, par rapport à la dimension de l'animal, sont placés vers la partie antérieure du corps, mais cependant encore assez éloignés de l'extrémité. On les voit des deux côtés du canal intestinal, qui est fort large dans cette portion; en sorte que chaque ganglion, l'un à droite, l'autre à gauche, est situé assez près du bord latéral. Ces deux centres nerveux, de forme ovoïde, ayant une coloration jaunâtre, sont unis par une commissure passant au-dessus du canal intestinal.

» Chacun des centres nerveux cérébroïdes émet en avant et latéralement des filets nerveux, qui tous aboutissent à l'enveloppe extérieure; en arrière, il fournit un cordon principal s'étendant de chaque côté du tube digestif, jusqu'à l'extrémité de la ventouse, sans que cette double chaîne se réunisse sur aucun point pour former le collier qu'on observe dans la plupart des Annelés. Elle offre d'espace en espace des renflements ganglionnaires, et dans la ventouse on en compte quatre paires. Les yeux manquent complétement chez ce ver; je n'en ai aperçu aucune trace.

» L'appareil circulatoire consiste en un vaisseau dorsal qu'on distingue parfaitement dans toute sa longueur. Ce vaisseau, étant d'une couleur blanche opaque, se détache nettement sur le canal intestinal, dont il décrit toutes les sinuosités. On le voit très-facilement sous la peau transparente de l'animal. Je n'ai pu distinguer aucun vaisseau latéral, malgré toute l'attention que j'y ai portée.

» La forme et la structure des organes que je viens de décrire ne permettent pas de rapporter ce ver à aucune des divisions déjà établies. Il est donc nécessaire d'en former un genre propre, qu'on pourra peut-être même considérer comme le type d'une nouvelle famille; ce genre portera le nom de *Xenistum*. La seule espèce connue, c'est le *Xenistum Valenciennæi*.

» Si l'on considère la forme aplatie du Xenistum, l'absence de divisions annulaires, l'absence d'appendices buccaux articulés, on le rapprochera des Planariées et des Némertes, il prendra place dans la classe des *Turbellaria* de M. Ehrenberg. Si l'on considère la position de l'anus et la grande ventouse qui termine le corps, on le rapprochera des Sangsues; il prendra place parmi les Annélides suceuses ou les Hirudinées. Déjà l'on a regardé ces Annélides suceuses comme établissant un passage entre les Annélides chétopodes et les Planariées et autres *Turbellaria*. Le Xenistum sera un passage entre ces deux grandes divisions. Cependant ce nouveau type diffère, à beaucoup d'égards, de ces Annélides et de ces Planariées.

» La disposition du système nerveux n'a point d'analogue parmi les Hirudinées. Chez toutes ces Annélides suceuses, le système nerveux consiste en une seule chaîne ganglionnaire médiane, tandis que dans le Xenistum, cet appareil, comme nous avons vu, est séparé en deux chaînes rejetées sur les côtés du corps.

» Cette disposition singulière rappelle complétement celle qui a été observée par M. Milne Edwards chez le Péripate. Cependant, entre le Péripate et notre Xenistum, il existe encore une différence assez grande à l'égard du système nerveux. Dans le premier, les ganglions cérébroïdes sont rapprochés et reposent directement sur l'œsophage; chez le second, au contraire, ils sont placés de chaque côté de l'œsophage.

» Dans le système nerveux des Némertes, comparé à celui de notre nouveau type, il y a un certain rapport de disposition; mais, chez ces Némertes, la commissure unissant les ganglions cérébroïdes passe sous le canal intestinal; dans notre nouveau type, elle passe par-dessus.

» Pour ce qui est de l'appareil circulatoire, s'il est aussi simple que je le crois, le Xenistum s'éloignerait encore beaucoup, sous ce rapport, des autres Annélides. Dans l'état actuel de la science, il est à peu près impossible d'assigner au Xenistum sa véritable place; il est suffisant pour le moment, je pense, de constater les grandes différences qui existent entre lui et les types dont il se rapproche le plus.

» Comme je ne fais pas une classification des Annélides et des Turbellaria, je ne crois pas utile d'établir, pour ce seul animal, une famille qui prendrait

le nom de *Xenistides*, ou une division d'un ordre plus élevé. Il est à présumer, d'ailleurs, que de nouveaux faits viendront, par la suite, jeter du jour sur les rapports existant entre les Annélides suceuses, les Turbellaria et les Helminthes, dont les limites ne semblent pas pouvoir être fixées quant à présent, non plus que celles des tribus des familles composant ces diverses classes. J'ajouterai seulement que ce type fournira un argument de plus à l'appui de la classification des *animaux annelés* proposée par M. Milne Edwards, car le Xenistum établit un lien de plus entre les diverses classes que ce zoologiste a réunies dans un seul groupe sous le nom de *Vers*. »

PHYSIQUE. — *Mémoire sur la chaleur spécifique de la glace; par* M. **Ed. Desains**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Pouillet, Regnault.)

« Les physiciens anglais qui, dans le siècle dernier, firent connaître la théorie des chaleurs spécifiques, ont soupçonné, plutôt qu'ils n'ont trouvé, comme le dit Séguin dans un Rapport sur leurs travaux, que celle de la glace était 0,9. Depuis, MM. Desormes et Clément d'une part, M. Avogadro de l'autre, ont essayé de la déterminer. MM. Desormes et Clément ont employé deux méthodes: dans l'une, ils prenaient un morceau de glace plus froid que zéro, le plongeaient dans de l'eau à zéro, et quand il en avait atteint la température, ils pesaient la glace qui s'était congelée autour et en déduisaient par une équation connue la chaleur spécifique cherchée. Le réchauffement de la glace pouvait durer environ deux heures.

» Dans l'autre méthode, ils versaient de l'eau chaude sur de la glace plus froide que zéro, et mesuraient la température minima de l'eau après la fusion de la glace. Ils faisaient le calcul en écrivant que la chaleur prise par la glace égale celle que l'eau a perdue.

» Une expérience faite par la première méthode donna 0,75 pour la chaleur spécifique de la glace; une autre, par la deuxième, 0,70, et plusieurs autres, par les deux méthodes, des résultats peu différents; mais ils représentaient dans leurs calculs la chaleur latente de l'eau par 75 et en y introduisant le nombre corrigé 79,25; les deux expériences citées donnent 0,78 et 0,27, et leur accord apparent n'existe plus.

» M. Avogadro évita dans ses recherches de laisser fondre la glace. Il l'enfermait dans un petit vase bien bouché qu'il laissait exposé à l'air pendant l'hiver; prenait, après un temps assez long, la température de l'air pour celle de la glace, et la plongeait dans de l'alcool qui se refroidissait au-dessous de

zéro. Il tenait compte de l'influence du milieu environnant et cherchait à estimer quelle différence il pouvait encore rester entre la température de la glace et celle de l'alcool quand cette dernière avait atteint son minimum.

» Il trouva pour moyenne de deux expériences 0,92; mais l'une d'elles, prise isolément, aurait donné 0,75, et par suite, la seconde, environ 1,09.

» Une cause des incertitudes que présentent les travaux précédents, c'est que la glace n'était d'abord qu'à 7, 8 ou au plus 10 degrés sous zéro, et par suite ne se réchauffait pas d'un assez grand nombre de degrés. De plus, il me semble que, dans les expériences de M. Avogadro, il devait rester du doute sur la température initiale et même sur la température finale.

» Il me semble aussi que dans la seconde méthode de MM. Clément et Desormes, il était bien difficile de connaître la température de l'eau chaude que l'on versait sur la glace à l'instant où elle y arrivait.

» Et qu'enfin l'influence du milieu environnant ne devait être négligée ni dans l'une ni dans l'autre de leurs manières d'opérer.

» Je me suis efforcé d'éviter ou d'atténuer ces causes d'erreur.

» J'ai employé la méthode des mélanges, c'est-à-dire que j'ai plongé la glace froide dans l'eau chaude et par l'abaissement de température de l'eau, j'ai calculé la chaleur spécifique de la glace, en me servant du nombre 79,25 trouvé par mon frère et M. de la Provostaye. Je me suis attaché à prendre de la glace plus froide que celle dont on s'était servi dans les travaux précédents; pour cela je l'ai refroidie artificiellement, au moyen d'un mélange de glace et de sel, dans une sorte d'étuve à air froid analogue à l'étuve à air chaud que M. Regnault employait dans ses recherches sur la chaleur spécifique. La glace était placée dans une petite corbeille en fil de laiton, au centre de laquelle était un thermomètre, et la corbeille enfermée dans un premier cylindre entouré lui-même d'un second cylindre plein du mélange réfrigérant. Le thermomètre de la corbeille arrivait en trois quarts d'heure à un degré voisin de -20 degrés, et avec quelques soins on le maintenait pendant plus de deux heures à une température presque constante. Alors on portait l'appareil au-dessus du vase aux mélanges dans lequel on descendait la corbeille, la température de l'eau était de quelques degrés plus haute que celle de l'air et mesurée avec soin; elle s'abaissait un peu au-dessous quand la fusion était achevée. Un dixième de degré occupait environ 1 millimètre sur chacun des deux thermomètres qui donnaient les températures de la glace et de l'eau.

» Pour calculer l'influence du milieu environnant, on faisait des expériences particulières sur le refroidissement comme aussi sur le réchauffement du vase

aux mélanges pleins d'eau. J'ai toujours vu que, pour une même différence entre sa température et celle de l'air, il se refroidissait plus vite qu'il ne se réchauffait; ce que j'attribue surtout à l'évaporation de l'eau qui active le refroidissement et ralentit le réchauffement. J'ai tenu compte de cette différence dans le calcul.

» J'ai trouvé ainsi, pour la moyenne de plusieurs expériences bien concordantes, faites tant sur la neige que sur la glace, le nombre 0,513; les résultats extrêmes sont 0,505 et 0,521.

» On peut aussi déterminer la chaleur spécifique de la glace sans la laisser fondre, en la réchauffant par exemple dans l'essence de térébenthine, et s'arrangeant de manière que la température minima de l'essence soit plus basse que zéro; mais il faut remarquer qu'à l'instant de ce minimum, la température de la glace est encore inférieure à celle de l'essence, et qu'en prenant pour échauffement de la glace la différence entre sa température initiale et la température minima de l'essence, on lui attribue une valeur trop grande, et que partout on doit en trouver une trop petite pour la chaleur spécifique de la glace. Cette méthode employée de cette manière est donc inexacte; elle pourra cependant servir de contrôle à la première si les résultats qu'elle donne sont plus petits, en effet, que les autres, et si la différence est d'un ordre de grandeur tel que l'on puisse raisonnablement l'attribuer à la cause signalée; c'est, en effet, ce qui a lieu, car j'ai trouvé, par cette méthode, 0,47, au lieu de 0,51.

» Ainsi, je crois pouvoir conclure que la chaleur spécifique de la glace et celle de la neige sont égales entre elles, et que leur valeur commune est de 0,51, c'est-à-dire à peu près la moitié de celle de l'eau. »

PHYSIOLOGIE — *Recherches pour déterminer le mode d'action qu'exerce la salive pure sur l'amidon à la température du corps des animaux mammifères et à celle de + 75 degrés centigrades; par* M. Lassaigne.

(Commission nommée pour les Mémoires de MM. Mialhe, Sandras et Bouchardat.)

« Les nouvelles expériences que M. Mialhe a entreprises dans ces derniers temps sur l'action que la salive humaine paraît exercer sur la fécule amylacée dans l'acte de la digestion, et les résultats qu'il a annoncés à l'Académie des Sciences, dans la séance du 31 mars 1845, nous ont engagé à répéter sur la salive d'un animal herbivore, sinon toutes les expériences qu'il a indiquées dans son Mémoire, au moins une des plus importantes sous le rapport physiologique.

» Notre but, dans cette circonstances, n'a pas été d'examiner le principe particulier qu'il dit avoir extrait de la salive humaine et auquel il a imposé le nom de *diastase salivaire,* en raison de l'action qu'il a sur l'amidon; mais de nous assurer si la salive pure, obtenue par la section du canal parotidien sur un animal, agissait à la manière de la diastase sur l'amidon, soit à la température du corps de cet animal, soit en la portant à + 75 degrés centigrades. Cette expérience ayant pour objet de constater si les effets observés avec la salive de l'homme, recueillie par la bouche, seraient identiques avec ceux que présenterait la salive extraite d'un de ses canaux et non mélangée aux mucosités buccales.

» 1°. 70 grammes de salive extraite par la section du canal parotidien sur un cheval sacrifié pour des études anatomiques ont été placés dans un flacon bouché à l'émeri avec 2 grammes de fécule de pomme de terre parfaitement lavée et desséchée. Ce mélange a été exposé dans un bain-marie d'eau à une température de + 38 degrés centigrades pendant douze heures, en agitant de temps en temps pour remettre en suspension la fécule. Pendant toute la durée de cette digestion, on a essayé à différentes reprises le liquide clair par la teinture d'iode, et à aucune époque de l'opération, il n'a été possible de constater la solution de la fécule. Cette dernière est restée en granules intacts, non gonflés et sans altération aucune; recueillie sur un filtre et lavée à l'eau distillée froide, elle n'avait perdu qu'une très-faible partie de son poids qui ne s'est élevé qu'à $0^{gr},015$, c'est-à-dire à 0,007 du poids primitif. Cette très-légère différence que nous avons observée est due sans doute au plus grand état de dessiccation sous lequel la fécule s'est présentée dans cette dernière circonstance. Examinée au microscope après cette digestion dans la salive, cette fécule n'avait éprouvé aucun changement ni dans la forme de ses granules, ni dans leur volume respectif.

» 2°. La portion de salive qui avait servi à l'expérience précédente, filtrée afin de la débarrasser de toute la fécule qui y avait été ajoutée a été mise en contact, dans un flacon bouché, avec 1 gramme de fécule pure.

» Ce mélange placé dans un bain-marie à une température de + 70 à 75 degrés centigr., qu'on a entretenus pendant trois heures et demie, la fécule s'est gonflée et distendue bientôt, en formant un mucilage épais qui s'éclaircissait avec peine par le repos, et n'a, à aucune époque de l'opération, pris la fluidité du solutum de fécule convertie en dextrine. La liqueur provenant de cette réaction, examinée d'ailleurs à différentes époques par la teinture d'iode, a toujours développé une belle couleur *bleu d'indigo.* Cette réaction colorée indiquait donc que la fécule n'avait pas été convertie en dextrine ni

en glucose. Pour rechercher ces deux principes dans la liqueur, nous l'avons filtrée, et, par son évaporation à une douce chaleur et le traitement de l'extrait par l'alcool, on s'est assuré que l'amidone de la fécule avait été dissoute en partie par l'eau de la salive, et nullement transformée ni en *dextrine* ni en *sucre*. Ce dernier résultat est donc opposé à celui qu'on aurait dû obtenir, en admettant, d'après M. Mialhe, qu'il existe, dans la salive des animaux, un principe analogue à la *diastase végétale*, et qui, suivant lui, joue le même rôle qu'elle à l'égard de l'amidon.

» Afin de comparer à différentes températures l'action de la salive humaine recueillie dans la bouche, nous en avons mis une portion dans un flacon avec $\frac{1}{2}$ gramme de fécule pure; le tout a été exposé à une température de + 38 degrés pendant trois heures: la fécule est restée, sans se dissoudre, entièrement intacte, et n'a présenté aucune altération dans ses caractères physiques et chimiques. Ce résultat s'accorde donc avec le fait que nous avons observé plus haut en expérimentant à + 38 degrés avec de la salive pure de cheval obtenue directement du canal parotidien. Une seconde expérience a été tentée en traitant à + 75 degrés de la fécule avec de la salive humaine. Dans cette condition, la fécule s'est promptement convertie en dextrine, et a fourni, au bout d'un temps plus long, une petite quantité de glucose qu'il nous a été facile d'en séparer par l'action de l'alcool à 88 degrés centigrades.

» Les conclusions qu'on est en droit de tirer des expériences relatées dans cette Note sont les suivantes :

» 1°. La salive de l'homme et celle du cheval, à la température de + 38 degrés centigr. (chaleur du corps des Mammifères), n'exercent aucune action dissolvante sur la fécule; ce principe reste sans aucune altération dans sa forme, comme dans toutes ses autres propriétés physiques et chimiques.

» 2°. Porté à une température de + 70 à + 75 degrés, et maintenu dans cette condition pendant trois heures et demie, ce fluide des glandes salivaires du cheval n'agit pas autrement que l'eau sur la fécule, c'est-à-dire que les granules de ce principe, placés au milieu de la salive du cheval ainsi chauffée, se gonflent et se distendent sans se transformer ni en *dextrine* ni en *glucose*.

» 3°. La salive humaine rendue par la bouche, qui est du reste sans action sur l'amidon à la température du corps des animaux, convertit, en peu de temps, ce principe en dextrine à une température de + 70 à + 75 degrés centigrades, et transforme ensuite celle-ci en glucose, ainsi qu'on l'avait déjà remarqué.

» 4°. Dans l'acte de la digestion des substances amylacées crues, la salive qui est à la température du corps des animaux ne jouerait donc pas le rôle

que lui a attribué tout récemment M. Mialhe; elle contribuerait, ainsi que la plupart des physiologistes anciens et modernes l'ont reconnu, à humecter les matières alimentaires, et à dissoudre quelques-uns de leurs principes, naturellement solubles, dans l'eau qu'elle contient. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'action qu'exerce le tissu pancréatique du cheval sur l'amidon cru ou en grains, et l'amidon cuit dans l'eau ou à l'état d'empois; par* M. LASSAIGNE.

« Les résultats annoncés à l'Académie des Sciences par MM. Sandras et Bouchardat sur la conversion de l'amidon en dextrine par le suc pancréatique et le tissu pancréatique nous ont porté à faire quelques expériences à ce sujet.

» 1°. 2 grammes de fécule pure ont été délayés dans 20 grammes d'eau distillée et placés dans un flacon, au bain-marie, avec 6 grammes de tissu pancréatique coupé en petits morceaux. Ce mélange, maintenu à une température de + 38 degrés pendant quatre heures, a été agité de temps en temps : la fécule est restée insoluble, en conservant son apparence granuliforme et tous ses caractères physiques. Recueillie et débarrassée par plusieurs lavages à l'eau froide de tout ce que le tissu pancréatique avait pu fournir, elle s'est présentée avec l'aspect qu'elle possédait avant l'expérience, ainsi qu'on l'a constaté à l'aide du microcospe. Le liquide au milieu duquel la fécule et le tissu pancréatique étaient en contact, examiné à plusieurs époques de l'opération, n'a jamais indiqué ni la présence de l'amidon en solution, ni celle de la dextrine.

» Cette première expérience démontre donc, d'une manière positive, que les granules d'amidon ou de fécule ne sont nullement altérés, à la température du corps des animaux, par le tissu pancréatique, bien que ce même tissu, à la température de + 70 à + 75 degrés, agisse directement et rapidement sur la fécule hydratée ou convertie en empois, en la fluidifiant et la transformant en dextrine, ainsi que MM. Sandras et Bouchardat en ont fait la curieuse observation.

» 2°. Une même quantité de fécule a été introduite dans un flacon avec 20 grammes d'eau distillée; le tout a été porté à + 74 degrés centigrades pour transformer la fécule en empois. A cette époque, on a délayé dans celui-ci 3 à 4 grammes de tissu pancréatique; aussitôt le mélange, l'empois a perdu sa consistance, est devenu plus transparent, et s'est fluidifié en moins de deux minutes. Cette liqueur a été maintenue à la température de + 75 degrés pendant deux heures et demie, en ayant le soin d'agiter le vase de temps en

temps. Filtrée et évaporée à une douce chaleur, elle a laissé un produit sirupeux d'une saveur douce et un peu sucrée, qui a offert tous les caractères de la dextrine liquide, mêlée à un peu de glucose.

» 3°. Cette propriété du tissu pancréatique d'agir sur l'empois à la température et dans les conditions où la diastase réagit aussi sur la fécule hydratée, nous a engagé à rechercher si le tissu jouissait de la même action dans toutes les circonstances. On sait, d'après les expériences de MM. Persoz et Payen, que la diastase perd sa propriété remarquable d'agir sur l'empois lorsqu'elle a été exposée à une température de + 100 degrés ou au-dessous. Cette modification, déterminée par le calorique, s'observerait-elle aussi pour le pancréas qui aurait été chauffé à + 100 degrés? C'est une question qu'il était naturel de poser, et qu'il importait de résoudre par l'expérience.

» Les essais que nous avons entrepris à cet égard, faciles à répéter et à diriger, nous ont appris que le tissu pancréatique, chauffé dans l'eau à + 100 degrés pendant cinq à six minutes, amené à un état de demi-cuisson, n'exerce plus d'action sur l'empois d'amidon à + 38 degrés (température du corps des animaux mammifères), tandis qu'avant sa coction dans l'eau le tissu pancréatique rend fluide, à cette même température, l'empois d'amidon, et le convertit en dextrine, ainsi que l'ont démontré MM. Bouchardat et Sandras.

» Cette nullité d'action du pancréas cuit est contrôlée d'une manière directe; car, en ajoutant au mélange de ce tissu cuit et d'empois un petit morceau de tissu pancréatique cru, en moins d'une à deux minutes, à la température de + 38 degrés centigrades, la fluidification de l'empois a lieu, et la conversion de celui-ci en dextrine commence. »

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen des Mémoires de MM. Mialhe, Sandras et Bouchardat.)

CHIMIE. — *Nouvelle Note de* M. BAUDRIMONT *relative à la question de priorité débattue entre lui et* M. Aug. Laurent *touchant la constitution moléculaire des corps.*

(Commission précédemment nommée.)

« Si les observations dont j'ai réclamé la priorité relativement à une publication de M. Aug. Laurent étaient sans intérêt pour l'Académie, je m'abstiendrais de m'en occuper davantage; mais ces observations me paraissent devoir exercer une influence si considérable sur l'avenir de la physique et de la chimie, que je ne crains point d'y revenir.

» Je ne refuse point à M. Laurent d'avoir développé ma pensée, j'admets même qu'il y a de l'originalité dans ce qu'il a publié; mais je tiens à démontrer qu'il n'a fait que développer un point particulier de l'opinion que j'ai émise sur la constitution des corps, et ce qui va suivre permettra, je l'espère, de juger les faits d'une manière convenable.

» M. Laurent oppose à mon *Traité de Chimie*, publié en octobre 1843, un Mémoire publié par lui en janvier et juillet de la même année; mais je réclame pour une publication de 1840, publication dont mon *Traité de Chimie contient seulement les développements*. Que l'on parcoure le Tableau de la page 11 du Mémoire que j'ai fait remettre à l'Académie le 31 mars dernier, on y trouvera que chaque équivalent d'oxyde de la formule générale ΔO représente 2 molécules, et que ceux de la formule $\Delta_2 O_3$ représentent 3 molécules; c'est-à-dire que, dans le premier cas, la molécule égale $\frac{\Delta O}{2}$, et que, dans le second, elle est représentée par $\frac{\Delta_2 O_3}{3}$. Or, le fer appartenant à ces deux séries par son équioxyde et par son sesquioxyde, il est évident que ce métal subit des divisions différentes dans chaque espèce de ces composés, et que ces mêmes divisions entraînent nécessairement avec elles des conditions particulières.

» M. Laurent dira que je ne me suis pas occupé du cas particulier *des sels de fer;* mais je m'en serais bien gardé, car je cherchais des preuves convaincantes à l'appui de mon opinion, et ce n'est pas là que j'aurais pu les trouver, attendu que la composition de la plupart des sels correspondants au sesquioxyde de fer est souvent fort incertaine.

» J'ai cru devoir interroger la relation des chaleurs spécifiques et des poids moléculaires des corps. Telle était mon opinion alors, et telle est encore mon opinion aujourd'hui; c'était le seul moyen par lequel cette question pouvait être abordée et jugée d'une manière convenable relativement aux corps fixes. La théorie des volumes permettait de juger sainement la même question pour les corps réductibles en fluides élastiques, et, il faut le dire, ces deux méthodes se sont contrôlées et ont conduit aux mêmes résultats : *l'état moléculaire des corps élémentaires, et la division des molécules dans l'acte de la combinaison, division qui peut être opérée par divers facteurs selon les produits formés*. Or, cela était établi d'une manière aussi positive que possible dans l'état actuel de la science, lorsque sont venues les observations de M. Laurent, observations dans lesquelles M. Laurent fait connaître son opinion, mais bien évidemment sans la démontrer; et c'est justement parce que mille faits

de l'ordre de ceux invoqués par M. Laurent sont venus me révéler la possibilité de l'état moléculaire des éléments et de leur division dans les composés qu'ils forment, que j'ai fait des recherches pour m'en assurer, recherches qui, je le répète, étaient plus que terminées quand est parue la Note de M. Laurent.

» M. Laurent fait observer que je ne me suis point servi de formules relatives à cette nouvelle opinion : cela est vrai, mais ça ne change rien aux faits. Pour être compris, je me suis cru dans l'obligation de faire comme les chimistes ont l'habitude de faire.

» Je terminerai là cette discussion, sur laquelle je ne reviendrai plus en aucune circonstance. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Des systèmes de fumûre généralement employés, de leurs défectuosités et de leurs avantages : nouveau système de fumûre par le pralinage des semences.* (Mémoire de M. F. DE **DOUHET**, Vice-Président de la Société d'Agriculture du Puy-de-Dôme.)

(Commissaires, MM. Payen, Ad. Brongniart, Balard.)

CORRESPONDANCE.

M. le **MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE** transmet, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du LIVe volume des *Brevets d'invention expirés*.

M. **FLOURENS** met sous les yeux de l'Académie un Mémoire imprimé ayant pour titre : *Considérations sur les animaux vertébrés de la Sibérie occidentale;* par M. *F. Brandt*, membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg. Ce Mémoire est traduit de l'allemand par M. *Tchihatcheff*, et extrait de son *Voyage scientifique dans l'Altaï oriental et les parties adjacentes de la frontière de la Chine.*

Le Mémoire de M. Brandt est divisé en plusieurs sections, dont la première offre un aperçu des voyages et des travaux scientifiques qui ont le plus contribué à faire connaître la faune de la Sibérie.

La deuxième section, dans laquelle l'auteur jette un coup d'œil général sur les différents ordres de Vertébrés, nous fournit l'indication suivante des espèces appartenant exclusivement à la Sibérie occidentale; ce sont, pour les Mammifères : *Sciurus (Tamias) uthensis*, Pall.; *Viverra aterrima*, Pall.; *Lagomys*

hyperboreus, *Mus Caraco*, auxquels il faut joindre probablement plusieurs espèces de Sousliks qui n'ont pas encore été étudiés; et pour les Oiseaux : *Corvus cyaneus*, *Sturnus dauricus*, *Turdus ruficollis*, *Emberiza fuscata*, *Emberiza chrysophris*, *Emberiza spodocephala*, *Emberiza rutila*, *Grus antigone* et *Fulica pullata*.

M. **Flourens**, en présentant au nom de l'auteur, M. *Puel*, un catalogue de plantes qui croissent dans le département du Lot, fait remarquer la richesse de la flore de ce département, flore d'ailleurs très-remarquable par le mélange de plantes alpines et de plantes méridionales que l'on rencontre souvent réunies dans un canton très-peu étendu. Ainsi aux environs de Figeac, dans un rayon de 3 à 4 kilomètres, on rencontre les espèces suivantes : *Doronicum austriacum*, Jacquin; *Sisymbrium polyceratium*, Lam.; *Lychnis coronaria*, L.; *Coriaria myrtifolia*, L.; *Sedum anacampseros*, L.; *Crucianella angustifolia*, L.; *Plantago alpina*, L.; *Cephalaria leucantha*, Schrader; *Geranium nodosum*, L.; *Sedum altissimum*, L.; *Luzula maxima*, D. C.; *Convolvulus cantabrica*, L.; *Amarrhinum bellidifolium*, Desfont.; *Psoralea bituminosa*, L.; *Sanguisorba officinalis*, L.; *Bunias erucago*, L.

Pour montrer jusqu'à quel point peut se réduire, dans certaines localités, le rayon dans lequel se trouve réunie cette singulière végétation, on peut citer six autres plantes, dont trois appartiennent à la flore du Mont-Dore et trois à celles des provinces les plus méridionales de la France et qui croissent sur la même colline, à 2 kilomètres seulement au nord-est de Figeac; ce sont : d'une part, le *Linum montanum*, L.; le *Lilium martagon*, L., et l'*Erythronium denscanis*, L., qu'on trouve du côté du nord; d'autre part, le *Cystus salvifolius*, L.; l'*Allium suaveolens*, Jacq., et le *Cynanchum nigrum*, Brown, qui viennent à l'exposition du midi. Cette colline remarquable, dont l'élévation au-dessus du niveau de la mer ne dépasse pas 350 mètres, est située sur la rive gauche du Célé, entre cette rivière et le ruisseau qui descend du village de Seirignac.

« M. **Liebig** prie M. **Pelouze** d'annoncer à l'Académie un fait très-important dans l'histoire des sécrétions animales et, en particulier, de la bile.

» Un de ses anciens élèves, aujourd'hui professeur à Vienne, M. Redtenbacher, a soumis la taurine (asparatine biliaire de M. Gmelin) à une nouvelle analyse, et il a trouvé 26 pour 100 de soufre dans cette substance, l'une des plus belles de la chimie organique par la régularité de ses formes cristallines.

» Les chimistes qui ont déterminé la composition de la taurine n'y avaient pas signalé la présence du soufre, et lui avaient donné pour formule équivalente : $C^4H^7AzO^{10}$. »

ANTHROPOLOGIE. — *Essai sur l'histoire naturelle de l'homme* (1); *par* M. JACQUINOT.

« . . . . . Au milieu de cette foule d'êtres si divers répandus sur toute la surface du globe, la première par l'organisation est la classe des mammifères, c'est aussi la moins nombreuse; les genres et les espèces en sont presque entièrement connus : aussi, en envisageant d'une manière générale la distribution géographique des genres qui la composent, sommes-nous certains que les découvertes futures d'espèces et de genres ne viendront rien changer aux conclusions que l'on peut tirer dès aujourd'hui de l'examen de leur ensemble. On connaît environ deux cents genres de mammifères; parmi eux *cent soixante* ont sur le globe une habitation plus ou moins étendue, mais cependant limitée à une seule contrée sous la même zone; *vingt seulement* sont répandus sous toutes les zones à la fois, et les *vingt autres* sous les zones tempérée et torride. En présence d'une aussi grande disproportion, on pourrait à la rigueur considérer les genres nombreux de la première division comme établissant la règle; le reste serait l'exception : mais la nature ne présente point d'exceptions aussi nombreuses, et, en examinant attentivement les genres en *apparence cosmopolites*, on les voit régis par les mêmes lois. En effet, leurs espèces sont nombreuses, et, de même que la foule de petits genres à habitation circonscrite, elles ne quittent point certains climats. C'est ainsi, pour ne citer qu'un exemple, que l'ours blanc est borné aux régions glacées du pôle nord, tandis que d'autres espèces habitent les climats tempérés des chaînes de montagnes de l'Europe et de l'Amérique, et qu'enfin l'ours malais et l'ours de Bornéo sont limités à des climats torrides.

» Cette *immobilité* imposée par la nature à ses créatures ressortira avec bien plus de force et de clarté si nous portons nos regards sur les mammifères qui habitent l'Océan, c'est-à-dire les deux tiers du globe. Ici point d'obstacles,

---

(1) Dans l'extrait que je donne ici, je n'envisage l'histoire naturelle de l'homme que sous un seul point de vue, celui de la distribution géographique. Plus tard j'examinerai successivement les importantes questions qui s'y rattachent, telles que l'influence du climat et du genre de vie, les dégénérescences, les croisements, etc.; toutefois, les limites qui me sont imposées ne me permettent de donner ici que l'énoncé, pour ainsi dire, des faits et des preuves qui sont développés dans ce Mémoire, dont la publication aura lieu prochainement.

point de ces circonstances si variées qui, sur la terre, changent à l'infini les conditions des stations, et diversifient ses climats sous les mêmes parallèles. Ici la température est presque uniforme, elle varie insensiblement selon les degrés de latitude, ses gradations s'aperçoivent à peine; en même temps les mammifères qui habitent ce vaste espace sont doués des plus puissants moyens de locomotion. On croirait, d'après cela, qu'on va retrouver d'un pôle à l'autre les mêmes espèces; il n'en est rien cependant. Parmi les carnivores amphibies, plusieurs sont propres aux mers boréales: ce sont, entre autres, les genres Calocéphale, Stemmatope, Morse; dans le sud, au contraire, ce sont les genres Otarie, Sténorhynque, Platyrhynque, etc.; enfin certaines espèces n'habitent que les régions chaudes ou tempérées. Chez les Cétacés herbivores, nous voyons le genre Stellère borné aux régions glacées du pôle nord, le genre Lamentin à l'embouchure des fleuves des contrées chaudes du nouveau continent, et enfin le Douyong aux rivages de la Malaisie.

» Il en est de même pour les Baleines; ces énormes cétacés qui, malgré leur taille colossale, se nourrissent de très-petits animaux, et parcourant sans cesse les mers pour les rechercher, sont doués d'une puissance de locomotion qui surpasse de beaucoup celle de tous les autres mammifères. Les limites de leur habitation sont certainement les plus reculées, elles ont cependant des bornes; et, pour ne citer que les espèces bien connues, nous trouvons dans le nord la Baleine franche, les Rorquals de la Méditerranée et Jubarte, tandis que, dans le sud, se rencontrent la Baleine antarctique et les Rorquals noueux et bossu; enfin, on connaît déjà un grand nombre de Dauphins qui ont été rencontrés plusieurs fois dans les mêmes parages qu'ils n'abandonnent probablement jamais. Tous les mammifères ont donc sur le globe une habitation limitée et circonscrite, qu'ils ne franchissent point; leur réunion contribue à donner à chaque contrée son cachet particulier de création. Quel contraste entre les mammifères de l'ancien et du nouveau monde, entre les créations si spéciales et si singulières de la Nouvelle-Hollande et de Madagascar!

» Tout se réunit pour retenir les mammifères aux lieux qu'ils habitent: leur tempérament, leur organisation sont en rapport avec les conditions de leurs stations; ils trouvent dans le même lieu tout ce qui est nécessaire à leur existence, la nature a pourvu à tous leurs besoins; mais la plus forte barrière est celle de l'instinct, cette force aveugle, inconnue, qui les retient au sol qui les a vus naître. Quelques espèces qui paraissent au premier abord faire exception à ces lois toutes-puissantes apportent une preuve de plus à la force de l'*instinct*. Ainsi, les Lemmings, les Ondatras abandonnent par troupes leurs climats pendant la saison rigoureuse; mais, lorsque la température devient

plus douce, ils franchissent de nouveau les montagnes, les fleuves, et retournent aux lieux qu'ils avaient été forcés d'abandonner. Il en est de même chez les oiseaux et chez les poissons; chaque année, certaines espèces reviennent aux mêmes lieux et parcourent d'immenses espaces sans autre guide que leur instinct.

» Enfin, d'autres exceptions sont dues à l'homme, mais elles sont bien peu nombreuses, elles n'altèrent en rien la physionomie primitive de la création; elles sont du reste connues : l'homme a gardé le souvenir de ses œuvres.

» En examinant l'ordre des Bimanes sous ce point de vue de distinction géographique, viendra-t-il faire exception aux principes que nous avons posés pour les autres ordres de mammifères?... Retrouverons-nous chez l'homme cet instinct qui retient au sol les autres animaux? Sans nul doute! cet instinct existe chez l'homme comme chez les autres mammifères, et rien ne peut l'effacer. Il y est peut-être plus puissant encore. Dans l'état voisin de nature qu'on a appelé sauvage, l'homme tient à son pays, à son climat. Ceux qu'on en retire languissent et meurent la plupart du temps. Quelles que soient l'aridité du sol, l'intempérie et la rigueur du climat, le sauvage ne cherche point à le quitter pour des contrées plus douces et plus fertiles, et le Groenlandais préférera ses frimas éternels et son huile de baleine aux régions tempérées et à toutes les douceurs de la civilisation!

» Si de l'état sauvage nous nous élevons à un degré de civilisation plus avancé, nous voyons encore cet instinct dans toute sa force. Qui ne connaît les funestes effets de la nostalgie? Souvent le jeune paysan que les lois du pays arrachent à son village languit, dépérit de jour en jour. Il meurt, il s'éteint en répétant le nom de son pays dont la vue seule l'aurait guéri.

» Chez les nations qui ont atteint le summum de la civilisation, cet instinct se retrouve encore; il prend alors le nom d'amour de la patrie, et sa puissance est telle, que pour lui on n'hésite pas à verser son sang et à sacrifier sa vie! Mais ce n'est qu'un instinct, avons-nous dit, et chez l'homme l'intelligence l'emporte. Néanmoins lorsque, entraîné par la passion des découvertes, le désir des richesses, l'homme abandonne sa patrie, il part toujours avec l'espoir d'y revenir, de la revoir un jour.

» C'est, en grande partie, à la puissance de cet instinct qu'on doit attribuer l'immobilité de plusieurs rameaux du genre humain. De nos jours, une foule de peuples habitent encore les lieux qui furent leur berceau; cela paraîtra hors de doute pour une grande partie du globe : ainsi pour l'Amérique, l'Océanie, la plus grande partie de l'Afrique, le peu de progrès en civilisation des peuples qui les habitent, l'absence de toute histoire et de toute tradition,

tout doit faire supposer qu'ils n'ont jamais quitté les pays où on les voit de nos jours. Mais il n'en est pas de même pour l'ancien continent. Là les guerres sans nombre, les migrations, les invasions d'espèces étrangères, donneraient à penser qu'on ne doit plus retrouver que des mélanges, et que la trace des types primitifs s'est perdue au milieu de croisements sans nombre.

» Il ne paraît point cependant en être ainsi, et, suivant plusieurs savants ethnographes, les races primitives habiteraient encore aujourd'hui les lieux où l'histoire les signale pour la première fois. Ainsi MM. Klaproth, A. de Rémusat, A. Balbi, sont arrivés à cette conclusion par l'étude comparative des langues; MM. Desmoulins, Bory de Saint-Vincent, W. Edwards, par l'étude des historiens et par la comparaison des caractères zoologiques. Plus tard nous discuterons ces différents moyens d'investigation; quant à présent, nous adoptons pleinement les conclusions des auteurs que nous venons de citer, et nous nous contenterons, ainsi que nous l'avons fait pour le reste des mammifères, de jeter un coup d'œil sur les limites d'habitation des différents rameaux du genre humain. Nous voyons la moitié orientale de l'Asie depuis le 65e degré environ de latitude nord jusqu'à quelques degrés de l'équateur, offrant ainsi tous les degrés de température, depuis les glaces du cercle polaire jusqu'aux chaleurs brûlantes de la zone torride, et tous les accidents et les variations possibles de climat, par ses grands fleuves, ses chaînes de montagnes, ses immenses plaines cultivées et ses forêts, n'être entièrement peuplée que d'une seule race, connue sous le nom de *Mongole*. Les plus bruns de cette famille sont au nord, les plus blancs au midi!

» L'autre moitié du continent boréal, c'est-à-dire l'Europe et le reste de l'Asie, peut être divisée en deux parties : l'une nord, l'autre sud. La première s'étendra depuis le cercle polaire arctique jusque vers les 45e ou 50e degrés nord, depuis la Scandinavie jusqu'à la mer Caspienne, et contient un groupe d'hommes à cheveux blonds, au teint blanc et coloré, aux yeux bleus, etc. La deuxième, ou la partie sud, courant nord-ouest et sud-est, va des Iles Britanniques jusqu'au Bengale et à l'extrémité de l'Indostan, depuis le 50e degré jusqu'au 8 ou 10e degré nord. Ce vaste espace est entièrement couvert par des peuples à cheveux lisses et noirs, à visage ovale, etc.

» L'Afrique, depuis environ le 25e degré de latitude nord jusqu'au 33e degré de latitude sud, est peuplée d'hommes plus ou moins noirs, aux cheveux crépus et laineux; ce n'est point seulement entre les tropiques, mais dans toute son étendue : car les peuples offrant des caractères différents et qui habitent son rivage au nord et à l'est, sont venus s'implanter sur ce territoire. Il faut bien admettre que, sur cette vaste étendue, le climat n'est point

égal, et cependant toutes ces peuplades diffèrent les unes des autres.

» Les Foulahs, hommes à peau jaune, se trouvent au milieu (1).

» L'Amérique, dans toute sa longueur, depuis 60 degrés nord jusqu'au cap Horn par 55 degrés sud, contient une foule de peuplades offrant quelques légères différences qui les ont fait distinguer par quelques auteurs en espèces, en races ou variétés; mais on peut dire que par l'ensemble, par les caractères généraux, ils ne diffèrent pas. Or, certainement, dans cette vaste étendue de terres hérissées de hautes chaînes de montagnes, etc., tous les climats sont représentés; il ne s'y trouve pourtant ni blancs, ni noirs; ni cheveux blonds, ni cheveux laineux. Les Guaïcas, les plus blancs de tous, sont sous l'équateur (2). L'extrémité nord est habitée par les Esquimaux, les plus petits de tous les hommes; l'extrémité sud, au contraire, par les Patagons, les plus grands de tous. On a cru voir dans les Pécherais les représentants, dans l'hémisphère sud, des Esquimaux du nord; c'est à tort, car les Pécherais sont de grande taille, quoique plus maigres, plus misérables que les Patagons, ce qui tient manifestement au peu d'abondance de nourriture et au peu de moyens de s'en procurer (3). Après ces grands continents, la première terre par son étendue est la Nouvelle-Hollande; cette vaste contrée, que nous avons vue nourrir de si singuliers mammifères, n'est pas moins curieuse par les hommes qui l'habitent et qui sont les mêmes dans toute son étendue, depuis le 10e degré de latitude sud jusqu'au 40e. Ces hommes sont noirs, hideux, et n'ont pas, comme les nègres d'Afrique, les cheveux laineux, mais simplement rudes et crépus.

» Au delà s'étend la terre de Diémen, jusque par le 44e degré de latitude sud. Cette île présente un climat tempéré analogue à celui de la France, et, chose singulière, ses habitants ne sont plus ceux de la Nouvelle-Hollande, mais bien des noirs à cheveux très-frisés, offrant les plus grandes analogies avec les espèces d'Afrique.

» Non loin de cette terre et de la Nouvelle-Hollande, sous les mêmes parallèles, et même remontant davantage vers le sud, se trouve la Nouvelle-Zélande. Là commence la belle race polynésienne, au teint légèrement brun, aux cheveux lisses et noirs, au visage presque ovale. Cette race s'étend depuis

(1) Suivant quelques ethnographes, les Foulahs seraient venus d'ailleurs; en admettant ce fait, on voit de même que leur peau n'a pas bruni, que leurs caractères zoologiques n'ont pas été modifiés par un séjour prolongé sous un climat torride où habitent des noirs.

(2) Desmoulins.

(3) Quelques auteurs mal renseignés ont placé des noirs sur la Terre-de-Feu; nous pouvons assurer qu'il n'en est rien.

le 50ᵉ degré de latitude sud, descend jusqu'à l'équateur, puis remonte aux îles Sandwich par les 20ᵉ et 22ᵉ degrés nord, disséminée sur des îles sans nombre et occupant ainsi un espace d'environ 500 myriamètres en latitude, sans présenter aucune différence dans ses formes, sa couleur, en un mot ses caractères zoologiques.

» Enfin, d'autres espèces noires, différentes de celles d'Afrique, habitent encore quelques points du littoral de l'Asie, l'intérieur de quelques grandes îles de la Malaisie, et s'avancent jusque dans la Polynésie, à côté des Malais, hommes au teint clair, aux cheveux lisses, totalement différents en un mot, et qui vivent sous les mêmes latitudes et dans les mêmes conditions. Bien plus, les Malais habitent les rivages, et les noirs l'intérieur du pays et les montagnes.

» Nous nous contenterons, quant à présent, de ce rapide aperçu, devant plus tard traiter chacune de ces diverses races en particulier. S'il nous fallait entrer dans des détails, nous trouverions des dissemblances bien plus frappantes, des contrastes plus tranchés, à côté des règles qu'on croit dépendre du climat. Nous verrions dans l'Inde, sous le même climat à la fois, « les Rohillas » blonds situés au sud du Gange, bornés par les Népauliens à la peau noire, » par les Mahrattes à la peau jaune, et les Bengalis brun foncé; et cependant » dant les Rohillas habitent la plaine, et les Népauliens les montagnes (1). » Nous pourrions citer aussi les Kouriliens à la peau brune, très-velus, au visage presque caucasique, et qui n'ont d'analogues sur aucun point du globe. Mais il nous semble que cette rapide esquisse suffit pour démontrer que chaque groupe d'hommes, soit qu'on l'appelle variété, race ou espèce, existe à la fois dans une grande étendue du globe, sous des climats bien différents et opposés, et y conserve son type, c'est-à-dire la couleur de la peau, la forme des traits, tous ses caractères zoologiques en un mot.

» Cette vérité, dont chacun peut se convaincre en jetant les yeux sur une mappemonde, est en opposition complète avec ce principe proclamé par Buffon, et de nos jours par M. Flourens, que « les degrés de la chaleur mesurent » surent l'intensité de coloration de la peau des différentes races humaines. »

» Les nuances diverses de coloration de la peau chez les différents peuples, qui ont été regardées longtemps comme un de leurs principaux caractères distinctifs, et qui ont servi de base à la plupart des divisions établies pour le genre humain, n'ont pas toute l'importance qu'on leur a attribuée, et ne sont pas répandues aussi uniformément qu'on le pense.

---

(1) Desmoulins, *Race humaine*, page 169.

» En effet, ne trouvons-nous point toutes les nuances intermédiaires, depuis le blanc jusqu'au noir le plus foncé, chez ces hommes à visage ovale, à angle facial développé, aux cheveux lisses, que Blumenbach a appelés Caucasiques? Depuis les Finnois, les Slaves au teint éclatant de blancheur et aux cheveux blonds, on arrive aux habitants du Malabar, dont la peau est aussi noire que celle des nègres d'Éthiopie, en passant successivement par les Celtes et les Ibères d'une blancheur plus mate, et ayant les cheveux noirs, par les Arabes basanés, et enfin par les différents peuples de l'Inde qui présentent toutes les nuances du brun.

» Chez ces hommes de l'orient de l'Asie, qu'on a réunis sous le nom de Mongoles, nous trouvons une blancheur de peau analogue à la pâleur morbide des Européens, puis toutes les nuances du jaunâtre jusqu'au brun le plus foncé.

» Enfin, chez ces hommes qu'on a appelés nègres, on trouve aussi une foule de nuances, depuis les Hottentots et Boschismans dont la couleur est claire et analogue à celle de beaucoup de Mongoles, jusqu'aux noirs les plus foncés d'Éthiopie, en passant par des nuances intermédiaires que présentent plusieurs peuples de l'Océanie, connus sous les noms d'Australiens, de Mélanésiens, etc. On voit, d'après cela, que la couleur noire, loin d'être particulière aux nègres, se trouve également chez des hommes qui, du reste, offrent les différences les plus saillantes d'organisation; en un mot chez des nègres, des Mongoles et des Caucasiques. Quant à cette couleur qu'on a appelée jaune, rouge, basanée, cuivrée, etc. (car tous ces mots n'expriment qu'une couleur jaune bistrée plus ou moins intense), on la retrouve au même degré chez les Arabes, les Indous, les Chinois, les Hottentots, et chez quelques nègres de l'Océanie, c'est-à-dire chez des Caucasiques, des Mongoles, des nègres, et, de plus, chez les Américains, les Malais et les Polynésiens.

» De ce qui précède, il me semble qu'on peut conclure :

» 1°. Que la couleur de la peau n'est pas un caractère suffisant pour faire reconnaître et différencier au premier abord les diverses variétés du genre humain;

» 2°. Que les dénominations de Caucasiques, nègres, Mongoles, ne sont point synonymes avec celles de *race blanche, race noire* et *race jaune;*

» 3°. Que ces dernières dénominations, ainsi que celles qui reposent en général sur la couleur, sont incomplètes et par conséquent vicieuses. »

CHIRURGIE. — *Note sur les résultats d'une abrasion de la cornée, constatés deux ans après l'opération; par* M. **Malgaigne.**

« Il y a aujourd'hui plus de deux ans que j'ai adressé à l'Académie des Sciences une première communication sur une opération insolite, destinée à fournir aux chirurgiens une dernière ressource contre les opacités de la cornée rebelles à tous les autres moyens. J'avais disséqué et enlevé à peu près la moitié de l'épaisseur de la cornée; immédiatement après l'opération, la malade avait aperçu distinctement les objets; mais de toutes parts les objections étaient accumulées contre cette tentative nouvelle. La cornée, ainsi redevenue transparente, ne devait pas tarder à reprendre toute son opacité; la cornée amincie devait se distendre en staphylôme; la cornée, taillée par le bistouri, ne devait jamais reprendre son poli, et les rayons lumineux, brisés sur les inégalités de sa surface, ne traceraient sur la rétine qu'une image obscure et confuse; et, en supposant la transparence conservée, on n'aurait pas encore rendu aux malades la netteté de la vision.

» Les résultats primitifs de l'opération firent évanouir quelques-unes de ces objections; mais le temps seul pouvait décider de la valeur réelle des autres. Je viens aujourd'hui présenter à l'Académie une jeune fille qui a subi l'abrasion de la cornée le 20 mars 1843, il y a vingt-cinq mois et demi; je la présente comme une réponse victorieuse à toutes les objections que je viens d'énumérer, et comme un exemple d'un fait que je crois tout à fait nouveau en physiologie, savoir, de la régénération au moins apparente de la cornée. Qu'il me soit permis de rappeler en peu de mots les principaux traits de cette observation.

» Cette jeune fille a aujourd'hui dix-huit ans. Dès l'âge d'un an elle avait été affectée de maux d'yeux si intenses, que, dès l'âge de six ans, la vue était extrêmement trouble. De nouvelles attaques se succédèrent encore jusqu'à l'âge de treize ans, et lui laissèrent sur l'œil droit une taie opaque qui, pendant trois ans, ne fit aucun pas vers la guérison. Pour l'enlever, je décrivis sur la cornée une incision circulaire de 6 millimètres environ de diamètre, je disséquai le lambeau de manière à enlever plus de moitié de l'épaisseur de la cornée; l'opération avait été faite publiquement à l'amphithéâtre de l'hôpital des Cliniques; et le lambeau fut examiné à loisir, palpé entre les doigts, étalé sur la table, de manière à convaincre tout le monde qu'il ne renfermait rien que du tissu altéré de la cornée. Le cinquantième jour, la malade sortit de l'hôpital, avec la cornée presque absolument transparente, et pouvant

lire de cet œil le petit texte des cahiers de visite des hôpitaux. Alors un examen attentif faisait voir facilement le talus circulaire creusé sur la cornée, vestige que je croyais ineffaçable de l'incision et de la perte de substance que cette membrane avait subies. Malgré ce talus, la vision avait une netteté parfaite. Il y avait une autre circonstance intéressante à noter : pendant l'opération, la pointe de l'instrument ayant pénétré dans la chambre antérieure et touché l'iris, une très-petite saillie en pointe au côté externe de la circonférence de la pupille semblait attester une petite adhérence de l'iris avec la cornée.

» Cependant, quatre mois après, le 5 septembre, l'opacité était revenue; la pauvre enfant, obligée de travailler pour vivre de son état de lingère, s'était fatigué les yeux, et avait perdu tout le bénéfice de l'opération. Des applications résolutives rétablirent encore la transparence, et elle sortit en bon état le 23 octobre. Il y avait alors sept mois entiers écoulés depuis l'opération; le talus circulaire et la saillie de l'iris existaient toujours et ne semblaient pas devoir jamais disparaître.

» Mais cette récidive de l'opacité était une circonstance des plus graves. Pour en éviter une seconde, j'avais recommandé à la jeune fille de prendre un autre état qui lui permît de ménager ses yeux; mais combien l'opération perdait de sa valeur si elle devait ainsi entraîner la perte d'une profession péniblement acquise! A ce prix, elle n'eût été presque d'aucun secours aux classes laborieuses, et elle aurait dû être réservée presque exclusivement aux riches.

» Heureusement, ma malade n'obéit qu'en partie à mes recommandations. Dès sa sortie de l'hôpital, elle fut obligée d'aider sa mère à confectionner des pantalons; deux mois après seulement, elle se mit en service durant quatre mois; après quoi, en mai 1844, elle se rendit en province, à Corbigny, chez une de ses tantes, où elle reprit son état de lingère. Cette fois, l'œil opéré a parfaitement supporté la fatigue; bien plus, en janvier dernier elle a eu une vive inflammation de cet œil qui a persisté deux mois et demi, et cependant la cornée n'a pas perdu sa transparence. Revenue à Paris depuis quelque temps, elle va en journée chez une couturière, et travaille de l'aiguille, du matin au soir, sans que l'œil en souffre. Ainsi toute crainte de ce côté est dissipée, et l'opération ne gênera aucunement les malades dans l'exercice ultérieur de leur profession.

» Mais l'examen de l'œil opéré nous révèle des particularités bien curieuses. D'abord la saillie de l'iris a complétement disparu, et il faut bien admettre que, par l'effet du temps et les mouvements de l'iris, les adhérences

avec la cornée ont été résorbées et détruites; ensuite ce talus, creusé par le bistouri, qui persistait encore au bout de sept mois, a entièrement disparu aujourd'hui; la cornée est aussi lisse de ce côté que de l'autre, sauf une petite cicatrice creuse située en haut et en dedans, qui n'existait pas lors de l'opération, et qui me paraît être la suite d'un ulcère de la cornée qui a compliqué la dernière ophthalmie.

» Y a-t-il là une régénération réelle de la cornée? ou bien, au contraire, serait-ce le talus qui aurait été absorbé, en sorte que, loin de regagner en épaisseur, la cornée se serait amincie à sa circonférence? La première opinion me paraît la plus probable; elle pourra d'ailleurs être vérifiée par l'expérimentation sur les animaux vivants.

» En résumé, la cornée n'est point redevenue opaque, elle ne s'est point distendue en staphylôme; la vision est nette et permet les travaux à l'aiguille; et, pour donner enfin une idée plus exacte du résultat, malgré une faible teinte opaline de quelques points de la cornée, la jeune fille, après deux ans, lit encore sans difficulté le petit texte, comme elle le faisait à sa sortie de l'hôpital. »

CHIMIE. — *Observations sur quelques sels de chrome; par* M. **Henri Loewel**.

« M. Peligot a trouvé « que le sesquichlorure de chrome anhydre ou hy-
» draté, par une exception singulière, ne laisse pas précipiter la totalité de
» son chlore quand on traite *sa dissolution froide* par une dissolution d'azo-
» tate d'argent employée en excès. » (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XX, page 1191.)

» J'ai aussi observé le même fait dans mes recherches; je n'en ai pas parlé dans la Note sur les chlorures de chrome que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie (*Comptes rendus*, tome XX, page 1191), parce que cette propriété n'appartient pas exclusivement au chlorhydrate vert de sesquioxyde de chrome $Cr^2O^3, 3ClH$: le sulfate de chrome vert possède une propriété analogue.

» Je vais citer plusieurs expériences qui me semblent jeter quelque jour sur l'anomalie que présentent ces sels de chrome lorsqu'on les décompose par d'autres sels, qui, d'après les lois de l'affinité, devraient immédiatement en précipiter tout l'acide qu'ils contiennent.

» 1°. En précipitant *la dissolution bleue-violette* du sulfate de chrome neutre $Cr^2O^3, 3SO^3$, par une dissolution de chlorure de barium ajoutée en excès, et filtrant, il reste du sulfate de baryte sur le filtre; la liqueur bleue-

violette qui passe, contient le chlorhydrate de chrome Cr^2O^3, 3ClH, plus, l'excès de chlorure de barium. En soumettant cette liqueur à l'ébullition, elle devient verte, mais elle reste limpide, et il ne s'y forme plus de précipité : tout l'acide sulfurique contenu dans le sel de chrome a été précipité immédiatement à froid par le chlorure de barium.

» 2°. Si, au contraire, on fait d'abord bouillir pendant quelques minutes la dissolution bleue-violette du sulfate de chrome pour la rendre *verte*, et qu'on la précipite, après son refroidissement, de même par une dissolution de chlorure de barium ajoutée en excès, en filtrant, il reste du sulfate de baryte sur le filtre : la liqueur verte qui passe d'abord est limpide, mais elle se trouble au bout de peu de temps, et alors celle qui est en train de filtrer, passe trouble aussi. Si on essaye de filtrer de nouveau cette liqueur, elle passe encore trouble à travers le filtre. En la faisant bouillir pendant quelques instants, il s'y forme un précipité assez considérable de sulfate de baryte, qui peut alors être séparé facilement par la filtration.

» Il résulte de ces expériences que lorsqu'on précipite le *sulfate de chrome sous la modification verte* par le sel de baryte ajouté même en excès très-notable, tout l'acide sulfurique n'est pas précipité immédiatement; une partie de cet acide reste dans la liqueur et forme avec la baryte et l'oxyde de chrome une combinaison soluble, mais qui a peu de stabilité. Cet effet n'a pas lieu avec le même *sulfate sous la modification bleue-violette*, lorsqu'il est pur et bien exempt de sulfate vert (1).

» 3°. Le chlorhydrate de sesquioxyde de chrome neutre est très-difficile à obtenir directement sous la modification bleue-violette, mais on l'obtient facilement en décomposant le sulfate bleu-violet par un léger excès de chlorure de barium (expérience n° 1). Si l'on précipite le chlorhydrate bleu-violet obtenu par ce procédé, par une dissolution d'azotate d'argent ajoutée en excès, et qu'on filtre pour séparer le chlorure d'argent, la liqueur bleue-violette qui passe, contient l'azotate de chrome Cr^2O^3, $3AzO^5$ et l'excès d'azotate d'argent : si on la fait bouillir, elle reste limpide; il ne s'y forme plus de précipité notable de chlorure d'argent.

» 4°. Si, au contraire, on fait bouillir pendant quelque temps le chlorhy-

---

(1) Je rapporte ces deux expériences dans les observations sur le sesquioxyde de chrome et ses modifications isomères, qui vont paraître dans le prochain numéro du *Journal de Pharmacie*. En publiant cet extrait d'un travail encore fort incomplet, j'ai eu principalement pour but d'appeler l'attention des chimistes plus habiles que moi, sur des phénomènes qui ne me paraissent pas dépourvus d'intérêt.

drate de chrome bleu-violet pour le rendre vert, et qu'on le précipite après qu'il est refroidi par un excès d'azotate d'argent, en séparant le chlorure d'argent par la filtration, on obtient une liqueur verte qui, soumise à l'ébullition, se trouble et précipite encore une quantité assez considérable de chlorure d'argent.

» Ainsi, dans les deux genres de sels, l'acide est précipité totalement à froid dans ces expériences, lorsque le sesquioxyde de chrome se trouve sous la modification bleue-violette : il ne l'est qu'en partie lorsque le même oxyde est sous la modification isomère verte. Je me borne pour le moment à énoncer le fait sans en tirer aucune conclusion; de nouvelles recherches me paraissent nécessaires pour résoudre les différentes questions qui s'y rattachent. »

CHIMIE. — *Sur l'insolubilité du sesquichlorure de chrome et du sulfate de sesquioxyde de fer; par* M. CH. BARRESWIL.

« Lorsqu'on calcine légèrement le sulfate de protoxyde de fer, on le rend, non pas moins soluble, mais moins facilement soluble dans l'eau; ce fait bien connu est signalé dans tous les Traités de chimie; mais je ne sache pas qu'on ait jamais indiqué la propriété singulière que possède le sulfate de peroxyde de fer de se dissoudre rapidement dans une solution de sulfate de protoxyde.

» J'avais depuis un an eu l'occasion d'observer mainte et mainte fois ce curieux phénomène lorsque je préparais le sulfate bleu de fer; mais je ne m'y étais pas arrêté, me l'expliquant suffisamment par la formation d'un sel double, lorsque mon attention fut éveillée de nouveau par la communication que fit M. Peligot du phénomène si curieux de la dissolution du sesquichlorure de chrome violet par une quantité presque impondérable de protochlorure de chrome. Je me proposai de voir si la solubilité du sulfate de sesquioxyde de fer en présence du sulfate de protoxyde ne serait pas un phénomène du même ordre.

» Je commençai par répéter nettement la réaction, telle que j'avais cru la remarquer, et constatai d'une manière irrévocable, que 3 volumes d'une dissolution de sulfate de protoxyde dissolvent, pour ainsi dire instantanément, le sulfate de peroxyde préparé avec 4 volumes de la même liqueur, proportions nécessaires pour préparer le sulfate bleu de fer; puis je diminuai progressivement le sulfate de protoxyde et arrivai ainsi à n'employer de ce sel qu'une quantité minime qui n'était plus en rapport équivalent avec le sulfate de sesquioxyde.

» Je me convainquis que ce phénomène était analogue à celui observé par M. Peligot et je leur cherchai alors une explication commune; car la théorie si ingénieuse donnée par M. Lœwel dans l'avant-dernière séance ne pouvait être applicable au fait que je signale.

» L'examen attentif des faits connus me conduisit à une interprétation nouvelle que je vais indiquer ici, avec réserve toutefois, en la faisant précéder des documents qui me l'ont suggérée.

» Si l'on dissout à froid de l'alun de chrome, on obtient une dissolution violette, qui, portée à une température voisine de l'ébullition, devient verte et n'est plus susceptible de donner des cristaux d'alun. On admet généralement, pour expliquer ce fait, qu'il y a deux modifications isomériques de l'oxyde de chrome représentées par les couleurs violette et verte; on sait également que par double décomposition on peut obtenir tous les sels de l'une ou l'autre modification, que ces sels sont plus ou moins stables, et que les sels violets le sont moins que les sels verts correspondants.

» Le sesquioxyde de fer et ses sels présentent, l'expérience le prouve, de semblables modifications isomériques, avec cette seule différence que le passage de l'une à l'autre modification est plus facile : ainsi, par exemple, l'alun de fer ammoniacal, qui se décompose au sein de l'eau par l'action de la chaleur, peut être régénéré avec les produits de sa décomposition.

» Il m'a paru simple d'admettre, en présence de ces faits, que le sesquichlorure de chrome *violet*, au contact du protochlorure de chrome, s'unissait à lui pour former un sel double (modification *violette*), que ce sel double très-instable se décomposait dans l'eau en sesquichlorure (modification *verte*), qui n'est pas susceptible de donner le même sel double, et en protochlorure, qui réagissait sur du nouveau sesquichlorure *violet*, etc., etc.

» De même, pour le sulfate de peroxyde de fer calciné, j'ai pensé que ce sel, en se dissolvant dans le sel de protoxyde correspondant, donnait naissance à un sel double éphémère [$Fe^3O^3(SO^3)^3 FeOSO^3$, par exemple]; que ce sel se dédoublait dans l'eau en sulfate de peroxyde (*seconde modification* non susceptible de former un seul double), et en sulfate de protoxyde qui, libre, se portait sur une nouvelle quantité du sulfate de peroxyde de fer, etc., etc.

» On objectera sans doute à cette théorie, qu'il est au moins singulier de voir un composé se faire et se défaire pour ainsi dire instantanément. Il ne me serait pas difficile de trouver de nombreux exemples irrécusables, et de prouver que les réactions *finales* que nous connaissons sont souvent précédées de plusieurs réactions intermédiaires que nous ne saisissons qu'à l'aide d'un examen attentif et que nous ne saurions nier; j'indiquerai seulement un

fait, l'un des plus palpables que je puisse citer. Si l'on verse rapidement dans une dissolution acide d'eau oxygénée une dissolution acide d'acide chromique, on obtient un abondant dégagement d'oxygène, et la liqueur devient verte. On ne s'explique pas cette décomposition de l'eau oxygénée et de l'acide chromique : il n'y a ni élévation de température ni influence d'un corps solide rugueux; on ne peut pas même invoquer la force catalytique. Mais, si l'on opère attentivement, et si surtout on modifie les circonstances de l'opération, on voit qu'au contact du bioxyde d'hydrogène et de l'acide chromique, il se produit un corps éphémère *bleu*, l'acide surchromique, qui, très-instable, se décompose, *à mesure qu'il se produit* dans un milieu acide, en oxygène et en chlorure de chrome; et dès lors le dégagement d'oxygène s'explique naturellement. Sans doute beaucoup de phénomènes, dits catalytiques, sont dus à des causes semblables; c'est un sujet sur lequel je me propose de revenir. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur l'antiquité de la race américaine, et sur les rapports qu'on peut lui supposer avec les races de l'ancien monde.* (Extrait d'une Lettre adressée du Brésil par M. LUND à M. *Rafn*, à Copenhague, et communiquée par M. *Elie de Beaumont.*)

« Les cavernes calcaires du Brésil, si riches en ossements d'animaux, ne nous offrent que fort peu d'*ossements humains*. Mes efforts pour en trouver ont été inutiles pendant plusieurs années, ce qui avait fortifié de plus en plus en moi l'opinion généralement reçue concernant l'apparition tardive de l'homme dans cette partie du monde. Les recherches des dernières années ont amené d'autres résultats. Sur plus de huit cents cavernes que j'ai examinées successivement, six m'ont enfin offert des ossements humains, dont la plupart, à en juger par leur extérieur, appartiennent à une époque très-reculée. Mais les circonstances sous lesquelles on les trouvait n'offraient d'abord aucun indice propre à déterminer exactement cette époque; les ossements humains étaient rarement réunis avec des ossements d'animaux qui pussent fournir des éclaircissements à cet égard. Une seule caverne présenta enfin une exception : on y trouva, à côté d'ossements humains, des os de divers animaux appartenant à des espèces ou encore existantes ou déjà éteintes. Cependant un indice géologique indispensable à la fixation de l'âge relatif de ces vestiges nous manque, puisque les objets découverts ne se trouvaient pas dans leur couche primitive. La caverne en question est située sur le bord d'un lac appelé Lagoa do Sumidouro.

» L'examen auquel j'ai soumis le contenu de la caverne m'a conduit à établir les résultats suivants :

» 1°. L'existence de l'espèce humaine dans l'Amérique méridionale remonte non-seulement au delà de l'époque de la découverte de cette partie du monde, mais très-loin dans les temps historiques, probablement même au delà de celui-ci, jusqu'au temps géologique, puisque plusieurs espèces d'animaux semblent avoir disparu des rangs actuels de la création depuis l'apparition de l'homme dans cet hémisphère.

» 2°. La race d'hommes qui a vécu dans cette partie du monde, dans son antiquité la plus reculée, était, quant à son type général, la même qui l'habitait au temps de sa découverte par les Européens.

» Il est clair que ces résultats ne sont pas très-propres à fortifier l'opinion généralement reçue, que le nouveau monde a été peuplé par l'immigration d'habitants venus de l'ancien; car, plus l'habitation de l'homme dans cette partie du monde remonte dans les temps, plus le type de la race qui lui est propre se soutient jusqu'aux temps les plus reculés, et moins il y a de raison pour admettre une pareille origine. On sait qu'au milieu de la grande diversité d'opinions sur le nombre, la valeur et l'importance des différentes races du genre humain, il y a un fait prééminent qui forme, pour ainsi dire, un point de rencontre pour toutes les opinions divergentes; c'est que, quant à la forme du crâne, il se présente trois types généraux nettement prononcés, auxquels Pritchard a donné les dénominations bien choisies de forme ovale, forme prognathe et forme pyramidale. La dernière de ces formes caractérise la race mongolienne et l'américaine. La grande affinité qui existe entre ces deux races n'a échappé à l'attention de personne; aussi n'y a-t-il nul doute que ce ne soient que les rapports géographiques qui ont empêché les anthropologistes de les considérer comme deux différents degrés de développement de la même race principale: c'est la race américaine, à laquelle les joues plus saillantes et le front plus bas et plus étroit assignent le degré inférieur. Il fallait par conséquent, selon l'opinion régnante de l'origine gérontogéique de ces races, considérer l'américaine comme une variation de la mongolienne qui, par l'immigration dans cet hémisphère, était descendue du degré de développement supérieur qu'elle occupait dans le pays d'où elle tire son origine. Mais à une pareille opinion s'oppose le défaut total de quelque monument d'un ancien développement supérieur parmi les peuples de toute la partie orientale de l'Amérique méridionale. Si l'on considère, au contraire, que la nature procède habituellement de l'imparfait au parfait, que cette partie du monde est, sous le rapport géologique, antérieure au monde vulgairement appelé ancien; enfin, que l'examen de la caverne en question conduit à admettre la

présence de l'homme dans cette partie du monde depuis le temps le plus ancien, ainsi que la conservation invariable du type primitif de ses habitants, on conviendra, je pense, qu'il y a de bonnes raisons pour émettre, à côté de conjectures encore moins bien fondées, une opinion qui amènerait le renversement total du rapport chronologique qu'on a établi jusqu'à présent entre les deux races dont nous parlons. L'opinion que je viens d'émettre se fonde sur des raisons trop insuffisantes pour prétendre à la faire valoir, mais elle me paraît néanmoins assez importante pour espérer qu'on la trouvera digne d'être prise en considération. »

M. Pallas adresse la figure et la description d'un *appareil évaporatoire nouveau* pour la concentration des sirops ou de tout autre liquide dont on veut hâter l'évaporation à une basse température.

M. Jobert, de Lamballe, demande que deux Mémoires qu'il avait soumis au jugement de l'Académie, et sur lesquels il n'a pas encore été fait de Rapports, soient admis à concourir pour le prix de Physiologie expérimentale. L'un de ces Mémoires est relatif à l'anatomie et la physiologie de l'organe électrique de la torpille; l'autre, au rétablissement de l'action nerveuse dans les lambeaux autoplastiques.

(Renvoi à la Commission de Physiologie expérimentale.)

M. Marc d'Espines demande à reprendre, pour le présenter ultérieurement sous une forme plus complète, un travail qu'il avait précédemment adressé, et qui a pour titre: *Recherches étiologiques sur la mort accidentelle, morbide ou sénile.* Ce travail, qui était destiné par l'auteur à concourir pour le prix de Statistique de la fondation Montyon, et qui n'avait pu être admis, parce que les recherches qu'il renferme ne sont pas relatives à la France, comme l'exige expressément une des clauses de la fondation du prix, a été depuis renvoyé à une Commission spéciale composée de MM. Serres, Magendie, Breschet.

Le Mémoire, sur lequel la Commission n'a pas encore fait son Rapport, séra tenu à la disposition de l'auteur, qui annonce pouvoir appuyer aujourd'hui sur un beaucoup plus grand nombre de faits les résultats auxquels il était déjà arrivé.

M. Korylski demande l'autorisation de reprendre diverses Notes qu'il avait successivement présentées, et sur lesquelles il n'a pas encore été fait de Rapport.

Cette autorisation est accordée.

M. **Pierquin**, de Gembloux, prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place de correspondant vacante par suite du décès de M. *Provençal*, et adresse une liste de ses principaux travaux.

Cette Lettre est renvoyée à la Section d'Anatomie et de Zoologie, qui aura prochainement à présenter une liste de candidats pour la place vacante.

M. **Montagne** annonce l'intention de soumettre au jugement de l'Académie un *nouveau moteur* qu'il a inventé et qu'il croit très-avantageux sous le rapport de l'économie de forces.

M. **de Lapasse** écrit relativement à un opuscule qu'il a adressé il y a quelques semaines, et sur lequel il aurait désiré obtenir le jugement de l'Académie.

Le Mémoire étant imprimé, il ne pouvait être soumis à l'examen d'une Commission. On fera connaître à l'auteur la règle que l'Académie s'est imposée à cet égard.

L'Académie reçoit une Note écrite en italien sur une nouvelle *pompe hydraulique*, Note sur laquelle l'auteur n'a apposé, au lieu de son nom, que de simples initiales, et qui ne peut, en vertu d'un article du règlement sur les communications anonymes, être considérée que comme un simple dépôt. Cette Note sera, en conséquence, conservée sous pli cacheté, jusqu'à ce que l'auteur se présente pour la reprendre ou pour faire connaître son nom.

L'Académie accepte le dépôt d'un *paquet cacheté* présenté par M. **Lapoullé**.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Agriculture, chargée de préparer une liste de candidats pour la place de professeur d'agriculture vacante au Conservatoire des Arts et Métiers, par suite du décès de M. *O. Leclerc-Thouin*, propose, par l'organe de M. **Silvestre**, comme unique candidat, M. **Boussingault**, présentement absent de Paris.

La séance est levée à 6 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 17; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n° 13; in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. — Compte rendu des travaux de la Société royale et centrale d'Agriculture du 14 avril 1844 au 30 mars 1845; par M. PAYEN, Secrétaire perpétuel; brochure in-8°.

Description des machines et procédés consignés dans les Brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation; tome LIV; in-4°.

Annales de la Société entomologique de France; 2e série, tome II; 4e trimestre 1844; in-8°.

Améliorations agricoles introduites ou à introduire dans le département de la Vienne; par M. DE LA FONTENELLE DE VAUDORÉ; brochure in-8°.

Clinique médico-chirurgicale du professeur LALLEMAND, *publiée par* M. HERMAN KAULA; tome Ier, 1re partie; in-8°.

Traité de l'Anatomie des animaux domestiques; 4e livraison. — *Angéiologie, ou description des Vaisseaux; par* M. RIGOT; in-8°.

Nouveau Traité du rétrécissement de l'Urètre et des maladies qu'il produit; par M. HUBERT RODRIGUES. Montpellier, 1843; in-8°.

Notice statistique sur l'asile des aliénés de la Seine-Inférieure pour la période comprise entre le 11 juillet 1825 et le 31 décembre 1843; par MM. DE BOUTTEVILLE *et* PARCHAPPE. Rouen, 1845; in-8°. (*Exemplaire destiné à remplacer celui qui avait été présenté dans la séance du 7 avril 1845, et qui contient dans les tableaux plusieurs erreurs typographiques.*)

Mémoires et observations cliniques de Médecine et de Chirurgie; par M. L. MORAND. Tours, 1844; in-8°.

Résection des extrémités articulaires des os. — Recherches pratiques et raisonnées; par M. GUÉPRATTE. Brest, 1844; in-8°.

Des Plaies des os; par le même. Paris, 1845; in-8°.

Considérations sur les Animaux vertébrés de la Sibérie occidentale; par M. BRANDT; in-4°.

Catalogue des plantes qui croissent dans le département du Lot, classées d'après le système de Linné; par M. PUEL; brochure in-8°.

Résumé de la discussion sur les forces centrales, soutenue à l'Académie royale

des Sciences de Paris contre MM. CAUCHY, BINET *et* DUHAMEL; *par* M. PASSOT; ½ feuille in-4°.

Méthode d'assainir les Magnaneries; par M. A. PEYDIÈRES D'ARDES; 1 feuille in-8°.

Revue zoologique, par la Société Cuviérienne; 1845; n° 4; in-8°.

Encyclographie médicale; 3e année; avril 1845; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mai 1845; in-8°.

Le Mémorial encyclopédique; mars 1845; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale; mai 1845; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; avril 1845; in-8°.

Physiology of... *La Physiologie de la Voix humaine; par* M. F. ROMER. Londres, 1845. (M. DE BLAINVILLE est chargé d'en rendre un compte verbal.)

Proceedings of... *Procès-verbaux de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie;* IIe vol.; janvier et février 1845; in-8°.

The Athenæum; décembre 1844, janvier et février 1845; in-4°.

Filosofia... *Philosophie de la Numération; par* DON VINCENT PUJALS DE LA BATISDA. Barcelone, 1845; in-12. (M. BABINET est chargé d'en rendre un compte verbal.)

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 18; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 50 à 52.

L'Écho du Monde savant; nos 31 à 33; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — AVRIL 1845.

JOURS du MOIS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
1	763,93	+ 6,4		762,96	+ 9,4		761,30	+12,9		760,96	+ 8,8		+13,2	+ 2,2	Beau................	E.
2	760,06	+ 8,7		759,92	+15,0		759,28	+17,4		758,52	+12,8		+17,9	+ 2,8	Beau................	S.
3	757,26	+12,4		755,48	+17,0		753,56	+18,5		753,36	+12,0		+19,0	+ 5,2	Beau................	S. S. E. fort.
4	754,90	+12,6		754,86	+16,3		754,28	+17,3		754,76	+11,9		+18,0	+ 5,2	Quelques vapeurs.......	S.
5	755,12	+11,7		754,10	+16,5		752,85	+18,5		752,82	+12,5		+19,0	+ 7,3	Beau................	N. N. E.
6	751,99	+13,8		750,42	+16,4		749,49	+18,4		750,79	+14,7		+19,0	+ 8,1	Beau................	N. E.
7	752,36	+11,2		752,64	+15,4		751,72	+16,5		752,42	+12,1		+17,0	+ 9,2	Beau................	N.
8	748,96	+13,5		748,09	+15,7		747,25	+11,4		745,64	+ 7,8		+16,2	+ 9,0	Nuageux............	S. O.
9	729,05	+10,0		730,38	+ 9,7		730,60	+ 9,8		732,01	+ 5,2		+11,9	+ 6,3	Couvert.............	S. S. O. fort.
10	734,89	+ 6,2		734,96	+ 8,0		735,20	+ 9,8		737,69	+ 4,8		+10,0	+ 3,3	Couvert.............	O.
11	739,53	+ 6,4		740,11	+ 8,6		741,38	+ 8,4		746,11	+ 4,8		+ 9,9	+ 3,8	Très-nuageux.........	O.
12	752,00	+ 6,2		752,35	+ 8,1		752,58	+ 8,2		753,54	+ 7,0		+ 9,0	+ 3,0	Couvert.............	N. N. O.
13	757,45	+ 8,0		755,88	+11,5		754,50	+10,4		748,96	+ 7,7		+11,4	+ 4,9	Couvert.............	S. O.
14	748,46	+ 9,8		748,24	+10,9		748,08	+10,6		747,88	+ 7,1		+11,0	+ 6,2	Très-nuageux.........	O. fort.
15	747,38	+ 6,8		746,55	+ 5,8		747,21	+ 5,8		753,10	+ 6,8		+ 8,1	+ 5,1	Couvert.............	O.
16	754,58	+ 9,3		753,53	+12,4		753,49	+12,5		755,81	+10,3		+13,0	+ 5,0	Quelques éclaircies......	N. E. tr.-fort.
17	756,44	+ 8,0		756,06	+ 8,4		755,79	+ 8,4		756,09	+ 8,5		+12,7	+ 5,8	Pluie..............	N.
18	756,52	+10,6		756,16	+13,2		755,58	+14,3		755,53	+ 8,7		+14,5	+ 7,0	Beau................	E. N. E.
19	754,77	+ 7,4		753,38	+10,6		752,69	+11,2		754,25	+10,8		+12,0	+ 6,0	Beau................	N. N. O. fort.
20	756,83	+12,5		756,71	+16,2		756,47	+17,2		756,81	+14,1		+17,7	+ 7,5	Quelques nuages.......	E. N. E.
21	756,67	+15,4		755,61	+17,6		754,60	+18,2		754,35	+12,7		+19,0	+ 7,7	Beau................	E. N. E.
22	754,43	+15,0		753,53	+19,3		752,93	+20,3		752,95	+15,0		+21,3	+ 7,8	Beau................	E. S. E.
23	751,94	+17,5		749,73	+21,4		750,02	+18,7		750,18	+12,9		+23,0	+ 8,9	Beau................	S. E.
24	751,44	+15,0		751,52	+18,7		750,73	+17,8		752,29	+11,2		+19,8	+10,7	Nuageux............	S. S. O.
25	754,13	+13,9		753,81	+16,0		753,37	+16,9		752,72	+13,6		+17,9	+ 9,6	Couvert.............	S. S. O.
26	749,10	+13,2		748,63	+14,3		748,50	+17,9		751,97	+11,0		+18,5	+11,7	Pluie..............	S.
27	754,26	+12,8		753,57	+16,0		753,13	+16,0		752,63	+10,4		+17,0	+ 7,0	Couvert.............	O.
28	749,92	+14,2		749,68	+15,3		749,78	+16,2		752,56	+13,0		+16,3	+ 7,0	Couvert.............	S. S. E.
29	756,90	+14,3		757,48	+12,9		757,72	+14,1		759,25	+12,5		+14,6	+11,5	Couvert.............	S.
30	762,09	+15,7		761,51	+18,5		761,81	+18,2		761,05	+13,4		+19,8	+10,5	Beau................	S. O.
31																
1	750,85	+10,6		750,38	+13,9		749,55	+15,0		749,90	+10,3		+16,1	+ 5,9	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
2	752,40	+ 8,5		751,90	+10,6		751,78	+10,7		752,81	+ 8,6		+11,9	+ 5,4	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 4,949
3	754,09	+14,7		753,51	+17,0		753,26	+17,4		754,00	+12,6		+18,7	+ 9,2	... Moy. du 21 au 30	Terr.. 4,137
	752,44	+11,3		751,93	+13,8		751,53	+14,4		752,23	+10,4		+15,6	+ 6,8	... Moyenne du mois......	+ 11°,2

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Flourens annonce la perte douloureuse que vient de faire l'Académie dans la personne de M. Breschet, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé le 10 mai 1845.

M. Arago rend un compte verbal des expériences qui viennent d'être faites sur le télégraphe électrique. Ces expériences ont complétement réussi. La fidélité avec laquelle on a transmis des dépêches de Paris à Rouen et de Rouen à Paris, ne peut plus laisser aucun doute sur l'avenir de ce moyen de communication.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réfutation des théories établies par* M. de Mirbel *dans son Mémoire sur le* Dracæna australis (1); *par* M. Charles Gaudichaud. (Première partie.)

« Une grave question scientifique a été, en 1843, soulevée devant l'Académie (2):

» Un de nos savants confrères est venu, au sujet d'un Mémoire sur le Dattier, vous présenter une théorie organographique et physiologique

(1) *Comptes rendus,* séance du 7 octobre 1844.

(2) *Comptes rendus,* séance du 12 juin 1843.

nouvelle, contraire à toutes celles qu'il avait soutenues jusqu'alors, et contester toutes celles de ses devanciers et de ses contemporains. Il s'est surtout attaché à combattre, implicitement il est vrai, celle des mérithalles, que j'ai proposée et que je défends aujourd'hui.

» J'ai protesté contre cette nouvelle théorie, et, pour justifier cette protestation et ma doctrine phytologique, j'ai successivement lu, devant l'Académie, sous le titre de Notes, cinq Mémoires qui n'étaient, à bien dire, que l'exacte et sévère explication des faits nombreux, choisis parmi tous ceux que je possède, et que j'ai aussi fait passer sous les yeux de l'Académie (1).

» On attaquait une doctrine phytologique tout entière, et que, maintenant plus jamais, j'ai le droit de croire vraie. J'ai dû me lever pour la défendre, et chacun a pu voir et juger les éléments qui servent de base à mes arguments, et combien mes convictions sont sincères, fortes et entières.

» Je n'ai malheureusement pas réussi, malgré d'innombrables preuves évidentes, à ébranler les convictions de notre savant confrère, qui, le 7 octobre dernier, est venu lire un second Mémoire sur le *Dracæna australis*, du groupe des Monocotylés, dans lequel ce savant, non-seulement ne tient aucun compte des faits, pourtant si beaux et si concluants, que j'ai apportés à l'appui de la théorie des mérithalles ou phytonienne, mais poursuit sa nouvelle direction, et cherche même à la fortifier de faits microscopiques qu'il prétend être nouveaux et d'une très-grande valeur.

» Eh bien, messieurs, je viens, à mon tour, protester contre ce second travail, et avec plus de force encore que contre le premier; combattre tous les arguments et toutes les assertions qu'il renferme, parce que, selon les faits, tous sont contraires à la vérité.

» Je vais facilement vous le prouver.

» Avant cela, messieurs, il ne sera peut-être pas inutile de dire que d'illustres savants de toutes les parties de l'Europe, au nombre desquels je puis citer MM. Al. de Humboldt, Link, R. Brown, A.-P. et Alph. de Candolle, Raineward, Martius, Corda, Agardh, Amici, et tous les jeunes et savants pro-

(1) J'ai, de plus, réuni tous les matériaux que j'ai pu rencontrer pour un Mémoire sur le Dattier, dans lequel je combattrai phrase par phrase, ligne par ligne, et presque mot par mot, tous les faits et toutes les théories renfermés dans le Mémoire de M. de Mirbel sur le Dattier.

Ceux qui sont au courant de la science savent très-bien que j'ai fortement contesté, dans mes Notes, tous les principes émis dans ce Mémoire, et que je n'ai réellement plus besoin que d'un Dattier de haute taille pour prouver la vérité de tout ce que j'ai avancé, et que je maintiens aujourd'hui plus que jamais.

fesseurs italiens qui sont venus à Paris, ont vu, touché et étudié mes nombreuses anatomies, et leur ont donné, ainsi qu'à la doctrine qu'elles indiquent, une provisoire, mais entière approbation; que beaucoup de célèbres professeurs de presque tous les pays l'enseignent aujourd'hui dans leurs cours (1); que MM. Lindley, Link et Meneghini en ont depuis longtemps adopté les principes fondamentaux; et que, selon moi, ces principes admis, la théorie des mérithalles et, conséquemment, celle de la marche descendante de l'accroissement végétal, se soutiennent d'elles-mêmes.

» Je ne suis donc pas seul maintenant, comme quelques personnes ont cherché à le faire croire, en ne me donnant pour auxiliaires ou pour appui que de la Hire et Aubert du Petit-Thouars, qui ne sont plus, à défendre le principe de l'accroissement en diamètre des tiges par la descension des tissus radiculaires, puisque même je pourrais ajouter de nombreux noms à la liste déjà si imposante que je viens de donner des savants étrangers, et l'augmenter encore de ceux d'un bon nombre de savants français, qui y ont plus ou moins complétement adhéré.

» N'est-ce donc rien, messieurs, d'avoir pour soi, avec peut-être vingt philosophes de l'antiquité, de la Hire, ce savant universel; Aubert du Petit-Thouars, Moldenhawer, et un grand nombre d'autres phytologistes anciens plus célèbres les uns que les autres, qui sont entrés plus ou moins directement dans la voie où je suis; que MM. Poiteau, Lindley et Meneghini la parcourant chaque jour en l'élargissant; que presque tous les bons anatomistes qui, quelques-uns même sans le savoir, ont publié d'admirables travaux exacts lesquels, convenablement interprétés, viennent l'éclairer des plus vives lumières?

» Ne comptera-t-on pour rien, non plus, ces adhésions entières si nombreuses, et même ces grandes prédispositions exprimées spontanément, librement, par la presque universalité des savants de France et de l'étranger?

» Je suis seul, dit-on: hé! non, messieurs, ce n'est pas moi qui suis seul, mais bien M. de Mirbel, puisqu'il n'a plus pour partisans que des hommes étrangers à la science, incapables de vérifier et juger par eux-mêmes; que de rares amis peut-être intéressés, sans convictions et sans foi scientifique, ou certaines personnes abusées par l'autorité d'un grand nom.

» L'autorité scientifique de M. de Mirbel est grande, sans doute, et nul plus que moi n'est disposé à le reconnaître; mais il en est d'autres qui ne le

(1) L'Académie connaît et approuvera les motifs qui m'empêchent de nommer ici MM. les professeurs de Paris qui en ont aussi parlé dans leurs ouvrages et dans leurs cours.

sont pas moins : ce sont celles de MM. Lindley, Link, H. Mohl, Meyen, Unger, Meneghini, et d'une foule d'autres savants observateurs qui, directement ou indirectement, ont marché dans la voie que je suis; et, permettez-moi de vous le dire, messieurs, il y a une autorité mille fois plus grande encore que toutes celles-là, c'est l'autorité des faits!

» Or, vous le savez maintenant, tous les faits sont pour moi, et à tel point même, que je pourrais défier n'importe qui d'en montrer un seul qui leur fût contraire.

» La théorie que je défends n'est pas plus la théorie de de la Hire et d'Aubert du Petit-Thouars (dont cependant elle doit porter le nom) que celle de Malpighi, Darwin, Moldenhawer, Goëthe; de MM. Lindley, H. Mohl, Link, Meneghini, Poiteau, Naudin, etc.

» Elle serait bien plutôt, à la rigueur, l'œuvre de tous ces savants.

» C'est la théorie organographique des mérithalles, qui n'a aucun rapport avec ce que l'on nomme la double végétation; théorie qui explique l'accroissement en hauteur et en largeur des végétaux par deux systèmes très-distincts : le système ascendant, qui produit l'accroissement en hauteur (et non l'allongement des fibres, ce qui est une chose fort différente); et le système descendant, qui produit l'accroissement en largeur; théorie qui n'a pas encore rencontré une seule contradiction sérieuse, et qui, loin de là, a eu l'assentiment de tous les savants consciencieux qui la connaissent.

» Je dis qu'elle n'a pas rencontré une seule contradiction sérieuse, messieurs, parce qu'en regard des faits si nombreux, si évidents et si concluants que je vous ai montrés, et de tous ceux que je produirai encore, je ne saurais considérer comme sérieuses les observations microscopiques qu'on leur oppose; parce que, pour détruire une théorie fondée sur des faits, il faut lui en opposer une fondée sur des faits contraires. Or, je n'en ai pas encore vu dans tout ce que vous a présenté M. de Mirbel, et je soutiens qu'il ne peut vous en montrer un seul.

» Les travaux d'un grand nombre de savants ont certainement eu une grande part à la théorie des mérithalles, car tous ces travaux, excepté ceux d'un seul peut-être (M. de Mirbel), renferment des observations importantes qui, par leur exactitude et la bonne direction dans laquelle elles ont été faites, viennent, pour ainsi dire, l'indiquer et même la corroborer. Mais, il faut bien le dire, aucun n'aurait directement le droit de la réclamer entièrement. Après Aubert du Petit-Thouars, qui en a semé les premiers germes scientifiques, et auquel il me paraît juste d'en faire hommage; après MM. Lindley et Poiteau, qui en ont si savamment émis, propagé et défendu les prin-

cipes fondamentaux; c'est M. Meneghini qui, par sa loyale et savante adhésion, me paraît y avoir pris la plus grande part.

» Mais, je le redis, cette théorie m'appartient; c'est moi qui l'ai présentée dans sa généralité, et c'est sur moi seul que doivent tomber les critiques de ceux qui refusent de l'admettre, et non sur Aubert du Petit-Thouars, qui n'est plus là pour se défendre et repousser même les louanges, souvent amères, qu'on lui refusait de son vivant et qu'aujourd'hui on se plaît à lui adresser.

» Laissons donc Aubert du Petit-Thouars reposer en paix, car il a noblement rempli sa tâche.

» S'il s'est trompé quelquefois, souvent même dans l'appréciation des beaux et nombreux faits qu'il a découverts, n'a-t-il pas eu des imitateurs (1)? Quel homme, quel anatomiste, quel savant oserait, en jetant un coup d'œil en arrière sur ses premiers travaux, reprocher à cet homme illustre, le second après Malpighi, les erreurs qu'il a pu commettre, et que, comme tant d'autres, il n'a pas eu le temps de reconnaître et de réformer lui-même?

» Ne le citons donc plus que pour signaler toutes les vérités qu'il a dévoilées, et redire bien haut les services immenses qu'il a rendus à la science, sinon en ouvrant les voies de l'anatomie directe et aujourd'hui la seule utile, puisque cet honneur revient aux premiers essais de Malpighi (2), du moins en les élargissant et en leur donnant une nouvelle et meilleure direction.

» Aubert du Petit-Thouars a, sans nul doute, jeté les premières bases de

---

(1) Chez lui, l'erreur est souvent dans l'interprétation, jamais dans l'observation; mais chez beaucoup d'autres, elle est dans l'observation, dans l'interprétation, partout.

(2) Celui qui ouvre une nouvelle voie d'exploration, alors qu'il ne ferait que l'indiquer faiblement et d'une manière très-imparfaite, n'en est pas moins l'inventeur. A ce titre, Malpighi est incontestablement le père de l'anatomie générale des végétaux.

On pourra me dire que ses essais en ce genre ne sont que des ébauches partielles, irrégulières, insuffisantes, etc.

A cela je répondrai qu'il a semé les premiers germes de cette science, et qu'en indiquant la direction qu'il fallait suivre pour arriver au but, c'est exactement, à mon avis, comme s'il l'avait atteint; il ne lui a manqué que du temps. S'il n'eût été resserré dans les limites trop étroites de la vie, il eût certainement achevé ce qu'il a si bien commencé.

Celui qui termine une œuvre ne sera jamais, quoi qu'il fasse, l'égal de celui qui la conçoit; tout le mérite est dans l'idée, et, pour moi du moins, entrevoir le premier, c'est presque voir entièrement.

D'ailleurs, quels sont donc les grands travaux généraux, achevés et parfaits, qu'on pourrait opposer à ma manière de voir?

quelques-unes des parties de la théorie des mérithalles, par ses anatomies et par mille autres travaux exécutés sous l'empire d'un génie que, de son vivant, on s'est vainement efforcé de méconnaître; travaux que loyalement aujourd'hui on avoue avoir combattus, *plus par sentiment que par expérience!*... Mais, s'il ne s'agissait que de l'accroissement en diamètre des tiges par descension des tissus ligneux, accroissement établi sur des faits isolés et sans démonstrations, il nous faudrait remonter bien plus haut que les premiers travaux d'Aubert du Petit-Thouars, qui pourtant occuperont toujours le premier rang, et citer encore, indépendamment de ceux de de la Hire et de tous les anatomistes qui, même sans le connaître, l'ont suivi de près, ceux d'une foule d'observateurs des temps anciens.

» Nous savons tous que c'est de 1798 à 1801, qu'Aubert du Petit-Thouars fit l'importante découverte de l'accroissement ligneux de haut en bas, et tous nous connaissons l'heureux parti qu'il tira de ce fait immense dans ses nombreuses et savantes publications.

» La théorie de l'accroissement en diamètre des tiges des Monocotylés et Dicotylés par descension est donc une propriété qui lui est complétement acquise, que nul ne pourra lui enlever et dont toute la gloire lui revient.

» De la Hire, avant lui, avait bien parlé de ce fait, mais il s'était borné à l'indiquer.

» Aubert du Petit-Thouars qui, à l'insu de tout ce qu'on avait écrit sur ce sujet, l'a aussi découvert, ne s'est pas borné à cela, puisqu'il l'a démontré, par de nombreuses expériences, sur tous les végétaux ligneux, et qu'il a établi sur ce point une nouvelle doctrine phytologique.

» Rien, d'ailleurs, ne prouve que de la Hire ait découvert la cause de l'accroissement en diamètre des tiges par descension; car, comme il le dit lui-même, ce phénomène avait été avancé par de très-savants philosophes (1).

---

(1) « Je suis persuadé, dit de la Hire, que chaque branche qui sort d'une autre à son extrémité ou de l'aisselle d'une feuille est une nouvelle plante semblable et de même espèce que celle où elle est, laquelle est produite par un œuf qui y est attaché.

» Ce système de l'accroissement des arbres et des plantes par des générations toujours nouvelles, lequel a été avancé par de très-savants philosophes, paraît bien confirmé dans les greffes en écusson qui ne contiennent qu'un œuf de la plante ou de l'arbre. Et lorsque le germe de cet œuf est attaché à une tige, il n'y a que la branche qui pousse au dehors; car pour la racine, elle se confond avec la branche en poussant entre son bois et son écorce, ce qu'on remarque dans quelques arbres en les coupant, etc. » (*Mémoires de l'Académie*, 1709, page 233.)

» Le savant phytologiste, dont je viens ici contester les derniers travaux, prétend aujourd'hui que les Dattiers, les *Dracæna*, les *Chamærops* et les Broméliacées sont exogènes.

» Mais s'il n'a eu pour but que de prouver que les végétaux monocotylés qu'il cite, et ceux qu'il ne cite pas, sont exogènes, il pouvait fort bien s'affranchir de cette tâche pénible, puisque tous les travaux de du Petit-Thouars, de Moldenhawer, de MM. Lindley, Poiteau, Link, Corda, Unger, Hugo Mohl, Meneghini et ceux de presque tous les bons anatomistes, même les miens, n'ont presque rien laissé à désirer sur ce point, puisque les Notes que j'ai successivement lues devant l'Académie, de 1843 à 1844, à la suite de ma première protestation, n'ont pour ainsi dire pas eu d'autre motif; que, dans ces Notes, cette vérité a été proclamée ou démontrée presqu'à à chaque page, et que, conséquemment, longtemps avant la lecture de son dernier Mémoire, ce fait avait la force d'un axiome.

» Dans mes Notes, comme dans mes précédentes publications, je me suis surtout attaché à respecter les noms et les opinions de ceux qui nous ont devancés dans la science. J'ai justement pensé, je crois, qu'il était surtout fort inutile de faire intervenir dans ce qui, selon moi, devait être une discussion, les opinions des hommes qui ne sont plus.

» J'ai dit, montré et décrit les faits, sans prononcer les noms, sans même faire intervenir celui de l'auteur célèbre et si justement regretté, de la théorie des exogènes et des indogènes, dont la cendre, encore chaude pour nous, m'a semblé devoir être religieusement respectée.

» Mes Notes s'adressent aux savants pour qui les choses et les noms sont familiers, et non aux hommes du monde pour qui les choses n'ont généralement que la valeur des noms.

» J'ai cherché à faire de la science et non l'histoire de la science. Celle-ci viendra un peu plus tard.

» Alors je pourrai librement parler des Malpighi, des Grew, Halles, Bonnet, Duhamel, Knight, Mustel, Darwin, Hill, Daubenton, Desfontaines, de Candolle, Aubert du Petit-Thouars et peut-être cent autres encore, sans compter les hommes vivants, qui par leur génie, leurs innombrables travaux et les sublimes efforts qu'ils ont faits pour servir la science, ont si bien mérité notre reconnaissance et notre admiration (1).

---

(1) Le but que je me suis proposé, en traitant ce sujet, a été de mettre en relief les découvertes organographiques et physiologiques de chacun de ces hommes célèbres, et de montrer la fâcheuse influence de quelques-unes des idées trompeuses qui les ont dirigées. Au nom-

» Aussi, jamais un reproche ni un blâme ne sortiront de ma plume: je partirai de ce principe accepté de tout le monde, que tous ces hommes avaient le désir de bien faire; et que ceux-là qui ont le moins bien réussi, tout en travaillant beaucoup, sont plus à plaindre qu'à blâmer.

» Jamais surtout on ne trouvera, dans ce travail, une critique sévère et cauteleuse, une expression ambiguë ou dérisoire plus ou moins bien déguisée, par la forme, sous l'apparence de la plus exquise urbanité; un mot amer ou dur caché sous des paroles douces et onctueuses; ni, pour tout dire enfin, une intention de blesser ou de nuire, sous le masque trompeur d'une affectueuse bienveillance. Je donnerai aux bons travaux la valeur et tout le relief qu'ils méritent et laisserai dans l'oubli ceux qui ne valent pas la peine d'être cités ou qu'il serait dangereux de remettre en mémoire; et j'en connais beaucoup de cette dernière catégorie.

» Je dirai la vérité partout et pour tous et ne m'exposerai jamais à m'entendre dire « que je n'indique pas toujours le but où se dirigent mes coups (1). »

» Mais enfin, le savant qui, en 1843 et 1844, a si sévèrement attaqué mes travaux, reconnaît aujourd'hui que les végétaux monocotylés se développent et s'accroissent comme les dicotylés, sont exogènes; c'est un aveu capital qu'il faut se hâter de constater, tout en regrettant seulement que, sous ce rapport, il soit arrivé le dernier.

» Le nouveau travail de notre savant confrère n'étant que la continuation de celui qu'il a publié en 1843, ses idées, à quelques modifications près, étant les mêmes, nous pourrions nous en référer à nos Notes de 1843 et 1844, et surtout aux anatomies que, dès ce temps, nous vous avons montrées; anatomies qui conserveront toujours, tant qu'on ne les aura pas brûlées, leurs puissants caractères, et qui aujourd'hui sont suffisamment connues de tous les botanistes, et tellement positives, tellement claires, tellement concluantes, qu'on n'osera jamais les attaquer en face!

» Nous pourrions aussi nous abstenir de vous fournir de nouveaux faits et de nouveaux arguments, si le hasard n'avait fortuitement ou, pour mieux dire, providentiellement, mis dans nos mains une tige du même *Cordyline australis*, qui a servi de base au dernier Mémoire de M. de Mirbel, et que

---

bre de ces fausses idées, se trouveront tout naturellement celles qui se rattachent à cet être de raison connu sous le nom de *cambium*, nom funeste auquel il faut attribuer toutes les erreurs qui se sont commises, et les entraves qui, depuis bientôt deux siècles, ont incessamment arrêté la marche de la science.

(1) Aubert du Petit-Thouars, *Treizième Essai*, page 24.

nous allons pour ainsi dire charger de répondre pour nous; de contester et détruire, une à une, toutes les assertions avancées par ce savant sur l'organisation de cette plante; si, de plus, le zèle éclairé d'un honorable et très-savant botaniste étranger, ami passionné de la vérité, ne nous avait déjà fourni quelques-unes des expériences que nous l'avons prié de faire sur les *Dracœna*, qu'il s'est empressé d'exécuter, et que nous allons décrire et faire passer sous vos yeux.

» Commençons dès aujourd'hui nos réfutations en disant que le végétal qui va nous occuper n'est pas un *Dracœna;* que les véritables *Dracœna* se distinguent par des ovaires à trois loges uniovulées (1) et conséquemment par des fruits à trois loges unispermées, et que ses graines, généralement très-grosses, sont recouvertes par une enveloppe membraneuse, flavescente ou rougeâtre (2); tandis que la plante dont il est ici question, et qui, en effet, portait anciennement le nom de *Dracœna australis,* a, en outre d'une foule d'autres caractères essentiels qui lui sont propres et qui la séparent nettement des *Dracœna,* des ovaires également à trois loges (ce qui est un caractère essentiel des Monocotylés), mais multiovulées; des graines nombreuses dans chacune de ces loges, fort petites, anguleuses et denticulées à la base de leur angle interne ou hile, à enveloppe extérieure (*testa*) scléreuse, noire, luisante, cassante et même très-friable.

» Ces plantes se distinguent surtout des vrais *Dracœna* par tous leurs caractères de végétation et d'organisation, et spécialement par ceux de leur germination.

» En effet, tandis que les graines des véritables *Dracœna* germent comme celles des Palmiers (3); les graines du prétendu *Dracœna australis* germent comme celles des *Dianella,* ou, pour me servir d'un exemple connu des cultivateurs, même des plus humbles jardiniers, comme celles des *Allium Cepa, Porrum,* etc. (4).

» Tous les botanistes savent donc aujourd'hui que cette plante n'appartient même plus au groupe des *Dracœna,* et qu'elle formera l'une des sections qui résulteront du démembrement de l'ancien genre *Cordyline* de Commerson, nom sous lequel nous la désignerons encore ici, en attendant un

---

(1) *Voy.* Gaudichaud, *Botanique de* la Bonite, *Pl. I, fig.* 3, 11, 25.

(2) *Voy.* Gaudichaud, *Botanique de* la Bonite, *Pl. I, fig.* 19 et 20.

(3) *Voy.* Gaudichaud, *Botanique de* la Bonite, *Pl. I, fig.* 23 et 24.

(4) *Voy.* Gaudichaud, *Organographie, Pl. V, fig.* 13.

travail général que prépare et que publiera sans doute bientôt l'un de nos savants confrères (1).

» Enfin, les *Cordyline* que j'ai été à même d'observer ont tous des souches tubéreuses, charnues, dont quelques-unes mêmes (*Cordyline terminalis*) sont comestibles, souches d'où partent des racines généralement très-grêles et presque fibreuses (2); tandis que dans les véritables *Dracæna*, les racines sont ligneuses, s'accroissent comme celles des Dicotylés, et peuvent même acquérir les plus fortes dimensions.

» Ajoutons encore que, dans le *Dracæna draco*, les fibres de la région centrale sont courtes et très-rameuses, alors que celles de la même région, dans le *Cordyline australis*, sont allongées et généralement simples.

» Il n'y a donc ni en botanique, ni en organographie, ni même en anatomie, aucun rapprochement possible à établir entre les *Dracæna* et les *Cordyline*, si ce n'est toutefois dans les causes qui produisent leurs développements, puisque ces causes (ces forces, ces facultés, ces puissances, comme on voudra les nommer, car une abstraction vaut l'autre), sont partout les mêmes: dans les végétaux herbacés comme dans les végétaux ligneux; dans l'*Allium porrum* comme dans le *Dracæna draco*; dans le *Scilla nutans* comme dans le Dattier; dans le *Poa annua* comme dans le plus énorme *Bambusa*, etc.

» M. de Mirbel a donc commis une grave erreur en confondant les *Cordyline* avec les *Dracæna*, et en cherchant à expliquer l'organisation des premiers par l'organisation des seconds. Il y a, pour moi, autant de différence entre un *Dracæna* et un *Cordyline*, qu'entre un Chêne et un Noisetier.

» Une erreur qui tombe de si haut serait funeste à la science, si nous ne nous empressions de la signaler aux savants qui ne sont pas en position de vérifier par eux-mêmes, et qui ont contracté l'habitude d'adopter de confiance tous les travaux que nous leur soumettons.

» A ce sujet, je rappellerai à ces savants, qui sont éloignés des centres scientifiques, des serres et des herbiers, les principes que j'ai posés et que je représente ici sous une nouvelle forme :

» 1°. Les causes qui produisent les développements divers, en hauteur et en largeur, sont partout les mêmes dans les végétaux franchement vasculaires et probablement dans tous.

---

(1) J'avais commencé ce travail; mais, ayant appris que notre très-savant confrère M. Ad. Brongniart s'en était chargé, j'y ai naturellement renoncé.

(2) Il serait utile d'indiquer ces faits et leurs modifications dans les caractères génériques.

» J'ai suffisamment expliqué ces causes.

» 2°. Quoique tous ces végétaux soient soumis aux mêmes causes de développement, chaque groupe naturel a sa modification spéciale, sa nuance à part, en un mot son type particulier d'organisation.

» Il leur suffira donc d'être au courant des caractères botaniques des groupes divers pour ne jamais confondre leurs caractères anatomiques; car les derniers sont toujours en rapport avec les premiers, à tel point même que bientôt on les introduira dans les phrases génériques.

» Quand je dis que tous les végétaux vasculaires sont soumis aux mêmes causes de développement, il est bien entendu que ce sont tous ceux que j'ai été à même d'étudier, et dont le nombre est assez grand, et que je ne puis juger des autres que par analogie.

» Nous n'étudierons et ne verrons même jamais, ni M. de Mirbel ni moi, tous les végétaux vasculaires; on sait, d'ailleurs, que j'en ai vu plus que notre savant confrère, et étudié au moins autant que lui.

» Si l'on ne généralisait qu'à cette condition de tout voir, il est clair qu'on ne généraliserait jamais.

» Les critiques, sur ce point, de notre savant confrère, toutes cachées qu'elles sont, ne m'ont point échappé; mais, comme on peut le voir, elles tombent à faux, et d'autant plus que, comme je le démontrerai bientôt, il adopte lui-même mes idées à ce sujet, en les modifiant il est vrai, ou seulement en en changeant les termes. Il n'a certainement pas eu l'intention de me dérober l'essence de mes modestes travaux. Jamais je n'admettrai cela; mais ce que je puis admettre, parce que cela m'est complétement démontré, c'est que, sous ce rapport, comme sous beaucoup d'autres, il y a eu distraction de sa part. Or, ces distractions étant dangereuses pour moi, je les signalerai partout et toujours. »

Réponse de M. de Mirbel *à* M. Gaudichaud.

« Après la lecture de ce Mémoire, M. de Mirbel dit à M. Gaudichaud: Vous aviez annoncé à l'Académie que vous lui présenteriez très-prochainement un travail sur le *Dracæna*. J'étais avide de vous entendre. Vous connaissez sans doute ce que j'ai publié dernièrement sur cet arbre monocotylé, et sur un autre végétal si voisin du genre *Dracæna*, que pendant longtemps on l'a désigné sous le nom de *Dracæna australis*. Vous me devez cette justice que je vous ai écouté avec la plus religieuse attention; mais, à ma grande surprise, vous ne m'avez rien appris touchant le *Dracæna draco*, si ce n'est que

son ovaire n'est pas en tout point semblable à celui du *Dracæna australis*, ce qui est bon à savoir, sans doute; mais vous ne pouviez ignorer que ce n'était pas de cela qu'il s'agissait. On voulait apprendre de vous si les filets ligneux des Monocotylés naissent de la base des feuilles, et descendent vers les racines, ou si ces filets naissent des racines et de la périphérie interne du stype, pour aller s'attacher à la base des feuilles. Cette dernière manière de considérer les choses est la plus généralement admise, et je crois, la meilleure. L'autre appartient à M. du Petit-Thouars; mais vous avez modifié sa doctrine en admettant qu'une partie des filets monte et que l'autre descend. A mon sens, vous avez commis deux erreurs au lieu d'une, et j'ai sujet de croire que M. du Petit-Thouars, dont je suis bien loin de contester le mérite, ne vous eût pas pardonné la dernière. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — M. **Liouville** communique les résultats de quelques recherches concernant des questions de physique mathématique et d'analyse. Il s'exprime à peu près en ces termes :

« La première question dont je désire entretenir l'Académie est relative à l'équilibre de la chaleur dans un ellipsoïde homogène. On donne les températures à la surface; ces températures, fixes pour chaque point, varient d'un point à l'autre suivant une loi quelconque, et il faut en déduire les valeurs des températures permanentes pour les points intérieurs. On sait que, pour résoudre ce problème, M. Lamé a fait usage de coordonnées ou variables particulières, et a introduit en analyse certaines fonctions très-remarquables, dont chacune ne dépend que d'une seule des variables (*). J'ai eu depuis, dans d'autres circonstances, occasion de me servir de ces mêmes fonctions dont j'ai reconnu toute l'utilité. Quelques propriétés importantes que je leur ai trouvées permettent, en effet, de traiter avec succès diverses questions qu'auparavant on aurait pu regarder comme presque inabordables. M. Lamé, par son travail, a ainsi préparé, pour les géomètres, de puissantes ressources dont ils doivent être reconnaissants. Mais il est curieux de remarquer que, loin d'avoir simplifié la solution de la question spéciale à laquelle était consacré ce travail même (origine d'une féconde théorie), la marche savante suivie par l'auteur l'a, au contraire, compliquée beaucoup.

» Pour arriver, en effet, sans aucun artifice ni principe nouveau, à la solution demandée, observons qu'à chaque point de l'ellipsoïde on peut faire

(*) *Journal de Mathématiques*, tome IV, p 126.

correspondre un point d'une surface sphérique de rayon égal à l'unité, les coordonnées rectangles du second point étant égales à celles du premier, respectivement divisées chacune par le demi-axe de l'ellipsoïde qui lui est parallèle. Ainsi la fonction donnée qui représente la loi des températures à la surface de l'ellipsoïde peut être regardée comme une fonction des deux angles qui déterminent la position d'un point sur la surface de la sphère. Par suite, elle peut être développée en une série $Y_0 + Y_1 + \ldots + Y_n + \ldots$ ou ΣY_n du genre de celles de Laplace. Le terme général Y_n de cette série si connue peut, d'ailleurs, s'exprimer par une fonction entière, du degré n, des coordonnées rectangulaires x, y, z, relatives à la surface de l'ellipsoïde. Enfin il est aisé de voir qu'on peut trouver un polynôme V_n, aussi de degré n, qui satisfasse à la fois à l'équation indéfinie

$$\frac{d^2 V_n}{dx^2} + \frac{d^2 V_n}{dy^2} + \frac{d^2 V_n}{dz^2} = 0$$

pour tout point de l'espace, et à la condition $V_n = Y_n$ à la surface. La formule générale des températures sera dès lors $u = \Sigma V_n$.

» Non-seulement cette solution est bien plus simple que celle de M. Lamé, mais, en outre, on peut aisément démontrer la convergence des séries employées, ce que M. Lamé n'a pas même essayé de faire, sans doute à cause de la complication de sa formule finale, qui pourtant au fond doit revenir et revient en effet à la nôtre. Voici à ce sujet une méthode générale, qui repose, en quelque sorte, sur une idée physique. Dans l'intérieur de notre ellipsoïde, la température permanente d'un point quelconque ne peut être évidemment ni un *maximum* ni un *minimum*; dans le premier cas elle diminuerait, et dans le second elle augmenterait par l'action des points environnants. Le *maximum* et le *minimum* ne peuvent être qu'à la surface, en sorte que les températures extrêmes qui y ont lieu servent de limites aux températures des points intérieurs. Or, soit pour un moment $Y_n + Y_{n+1} + \ldots + Y_{n+m}$ la loi des températures à la surface; la loi dans l'intérieur sera alors $V_n + V_{n+1} + \ldots + V_{n+m}$, et les valeurs de cette dernière quantité seront, d'après ce qu'on vient de dire, toutes comprises entre le *maximum* et le *minimum* de la première. Mais pour $n = \infty$, celle-ci est toujours infiniment petite, puisque la série ΣY_n est convergente; donc il en est de même de l'autre, et, par conséquent, la série ΣV_n est aussi convergente.

» Ce mode de démonstration, qu'il est aisé de présenter d'une manière

purement analytique, est applicable à des corps de forme quelconque homogènes ou non; on peut même le généraliser et s'en servir pour prouver la convergence d'une foule d'expressions relatives à des intégrales d'équations linéaires ou même non linéaires très-différentes de celle qu'on vient de considérer.

» Ajoutons ici quelques mots pour éclaircir ce qui concerne les séries de M. Lamé. En regardant comme ne formant qu'un seul terme l'ensemble des termes de ces séries qui répondent dans le Mémoire de l'auteur à une même valeur de la lettre n, mais à différentes valeurs de B, et en faisant encore usage d'une sphère auxiliaire, on reconnaît d'abord qu'à la surface de l'ellipsoïde le développement employé par M. Lamé ne diffère pas au fond du développement ΣY_n de Laplace. Ainsi à la surface, la convergence a lieu pour la nouvelle série comme pour l'ancienne. Dans l'intérieur, elle a donc aussi lieu *à fortiori*, d'après le théorème général établi plus haut.

» Le caractère propre de l'analyse de M. Lamé consiste dans la décomposition en une somme de produits EE_1E_2 (où chaque facteur ne dépend que d'une seule variable) de l'intégrale de l'équation

$$\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{d^2u}{dy^2}+\frac{d^2u}{dz^2}=0.$$

Mais les premières applications que j'en ai faites m'ont bien vite appris qu'il est indispensable de joindre aux fonctions E, E_1, E_2 une quatrième fonction qui satisfait à la même équation différentielle que E, mais qui est moins simple, puisqu'elle dépend d'intégrales elliptiques, tandis que E s'exprime algébriquement. Cette quatrième fonction se présente dans la question même que M. Lamé a traitée, dès qu'au lieu de rechercher la loi des températures permanentes dans l'intérieur de l'ellipsoïde, on recherche cette loi à l'extérieur, en regardant l'espace entier comme rempli d'une matière homogène. La fonction E ne peut plus être employée alors, et on doit la remplacer par celle que nous indiquons. C'est, du reste, sur l'emploi de cette fonction nouvelle que reposent les plus importants des théorèmes auxquels je suis parvenu, et en particulier ceux qui, se rapportant au développement du radical par lequel on exprime l'inverse de la distance de deux points, conduisent à une théorie des sphéroïdes elliptiques ou presque elliptiques analogue à celle des sphéroïdes presque sphériques de la *Mécanique céleste*.

» Par exemple, on résout sans peine, pour un ellipsoïde quelconque,

le problème de M. Gauss, relatif à la distribution, sur la surface, d'une matière attractive ou répulsive, avec la condition qu'en chaque point de cette surface le *potentiel* ait une valeur donnée. »

M. Poinsot, en offrant à l'Académie un exemplaire de l'ouvrage qu'il vient de publier, et qui a pour titre : *Réflexions sur les principes fondamentaux de la théorie des nombres*, s'exprime ainsi :

« Il nous a semblé que cet écrit, par les vues générales qu'il présente et les démonstrations variées qu'on y expose, pouvait servir tout à la fois à étendre la science et à perfectionner l'enseignement. Notre objet principal est d'approfondir la nature de la science mathématique, de reconnaître les vérités premières qui doivent en faire la base, et de rapprocher ces vérités par des démonstrations qui les rappellent toutes à leur commune origine. Cette origine est, comme je l'ai dit, dans la pure considération de l'*ordre*; mais, avant de présenter ces démonstrations nouvelles, tirées d'un si haut point d'abstraction et de généralité, j'y prépare insensiblement les jeunes lecteurs par des démonstrations d'un genre qui leur est plus familier, je veux dire, qui se lie de plus près à leurs notions ordinaires d'arithmétique et d'algèbre. J'avais jeté depuis longtemps (1) sur le papier ces démonstrations élémentaires, dans la seule intention d'éclaircir, pour quelques personnes, les premiers principes de la théorie des nombres, et de leur faciliter la lecture de plusieurs Mémoires que j'avais donnés sur cette importante matière. On m'a persuadé sans peine que ces premières démonstrations pouvaient aussi contribuer au perfectionnement de nos études mathématiques; et c'est dans ce double intérêt de la philosophie et de la doctrine, que je donne aujourd'hui ce travail, en priant toutefois les géomètres de le recevoir avec indulgence. »

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Pierre de Tchihatcheff, *relatif à la constitution géologique de l'Altaï.*

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Dufrénoy, Élie de Beaumont rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Adolphe Brongniart, Dufrénoy et moi, de lui faire un Rapport sur un Mémoire que M. Pierre de Tchihatcheff lui a

(1) 1813, 1815 et 1817.

présenté le 25 novembre dernier, concernant la constitution géologique de l'Altaï.

» Ce Mémoire est le résultat d'un voyage que M. de Tchihatcheff a fait en Sibérie pendant l'année 1842. L'auteur a principalement consacré ses recherches à l'Altaï, l'un des groupes montagneux les plus considérables et les moins connus de ces vastes contrées. Il a parcouru dans toutes ses parties l'Altaï russe, ainsi que la partie adjacente des montagnes Sayanes. Les relations diplomatiques existantes entre la Russie et la Chine ne lui ont pas permis de voyager officiellement sur le territoire du Céleste Empire; cependant, en parcourant les déserts montagneux dans lesquels viennent se toucher les deux plus vastes empires du globe, il lui est arrivé de franchir la frontière, sans le savoir d'abord, et de descendre dans des vallées habitées par des tribus de Soyons, soumis à la cour de Peking. C'est dans cette excursion aventureuse que le 8 juillet 1842, l'auteur a observé l'éclipse de soleil près des bords du Karasoulouk. L'Académie peut se rappeler que M. de Humboldt lui a fait connaître les circonstances météorologiques singulières qui ont accueilli la caravane de M. de Tchihatcheff dans ces hautes et froides régions où ses tentes ont été couvertes de neige, et où il a traversé des lacs sur la glace, dans le moment le plus chaud de l'année.

» Les vallées dans lesquelles il est descendu, et dont il a relevé la topographie, sont celle du grand Alach et celle du Kemtchik. Ce dernier torrent, dans lequel le grand Alach se jette, forme la source occidentale du fleuve Yenisseï, connu dans ce pays, ainsi que chez les Chinois, sous le nom d'Oukem.

» Cette source du fleuve Yenisseï est située à peu de chose près sur la ligne la plus courte de Moscou à Peking, et environ aux trois cinquièmes de cette ligne, c'est-à-dire à 3600 kilomètres (3380 verstes) environ à l'est de Moscou, et à 2400 kilomètres (2240 verstes) à l'ouest-nord-ouest de Peking. Elle se trouve presque exactement à la même distance (2340 kilomètres ou 2190 verstes) au nord-nord-est de la haute vallée du Spiti, où Victor Jacquemont, douze ans auparavant, avait franchi, et de même sans le savoir, les frontières de l'Empire Céleste (1).

(1) Confluent du grand Alach et de Kemtchik, latitude 51°30′ nord, longitude 87°30′ est. Point le plus septentrional où Victor Jacquemont se soit avancé dans la vallée du Spiti, latitude 32° 15′ nord, longitude 75°51′ est de Paris. L'arc qui joint ces deux points est de 21° 3′ 30″, équivalent en nombres ronds à 2340 kilomètres ou 2190 verstes. (*Voyez* Victor Jacquemont, *Voyage dans l'Inde*, tome II, in-4°, page 356. *Voyez* aussi *Correspondance de Victor Jacquemont*, Lettres XXXIII, XXXIV et XXXV.)

» Telles sont les dimensions, égales presque à trois fois la longueur de la France, que conserve encore cette grande *Terra incognita* chinoise sur laquelle les recherches consignées par M. de Humboldt dans son admirable ouvrage sur l'*Asie centrale* répandent déjà tant de lumières.

» Ces lumières, fruits de la plus vaste érudition éclairée par la connaissance la plus approfondie de toutes les sciences naturelles, préparent un intérêt tout particulier aux recherches des naturalistes qui, sans dépasser des limites que les Européens ne peuvent franchir qu'à la dérobée, s'appliquent du moins à leur contour immédiat. Déjà la circonstance géographique dont nous parlons a donné une importance toute spéciale aux explorations que MM. de Humboldt, Ehrenberg et Gustave Rose ont faites en 1829 sur les bords du haut Irtysch, elle rehaussera aussi le prix des efforts de leurs continuateurs, et nous ne craindrons pas de donner au présent Rapport une étendue suffisante pour mettre l'Académie à même de juger si l'auteur du Mémoire que nous analysons a dignement marché sur leurs traces en étendant ses recherches plus à l'est dans toute la largeur de l'Altaï.

» M. de Tchihatcheff a joint à son Mémoire une épreuve déjà gravée sur pierre, et coloriée géologiquement, d'une carte générale de l'Altaï et d'une partie des monts Sayanes. Cette carte, dressée à l'échelle de $\frac{1}{1000000}$ ou de 1 millimètre par kilomètre, s'étend du 70e au 90e degré de longitude à l'est de Paris, et du 49e au 56e degré de latitude boréale. Elle embrassé un espace d'environ 700 kilomètres de l'est à l'ouest, et de 800 kilomètres du nord au sud, et de près de 500 000 kilomètres carrés, c'est-à-dire presque aussi grand que la France.

» Les points extrêmes de cet espace sont Semipalatnisk, Tomsk et Krasnoyarsk. Le beau lac de Téletzk, long à lui seul de 70 kilomètres, c'est-à-dire plus grand que le lac de Genève, en occupe la partie centrale. Cet espace s'appuie sur la frontière chinoise depuis l'Irtysch jusqu'au mont Chabina-Dabahane, dans la chaîne Sayane, sur une longueur de plus de 600 kilomètres. Il dépasse même cette frontière dans la partie où l'auteur a réussi à la franchir, de manière à embrasser la vallée chinoise du grand Alach, et une partie de celle du Kemschick, ainsi que le lac Kara-Kal. Il comprend toutes les sources du fleuve Ob, et s'étend entre les rives de l'Irtysch et du Yenisseï, qui l'un et l'autre prennent leur source dans les possessions chinoises, pour se diriger vers la mer Glaciale, à travers les vastes plaines sibériennes. Il est arrosé, en outre, par plusieurs rivières, telles que la Bouhhtarma, l'Aleï, l'Aryhhyte, la Tchouya, l'Abakane, le Tchoumyche, l'Inia, le Tome, qui, par le développement de leur cours et par le volume de leurs eaux, peuvent être assimilés à de grands fleuves.

» Cet espace, en grande partie montueux, comprend toute la partie russe des monts Altaï, ainsi que l'Alataou, qui peut être regardé comme un rameau de l'Altaï, dirigé au nord et ensuite au nord-ouest; il comprend aussi une partie des monts Sayanes, qui peuvent être considérés comme le point de départ de ses rameaux les plus orientaux.

» Vers le sud, le massif de l'Altaï s'étend dans les provinces chinoises, où M. de Tchihatcheff ne l'a pas suivi. Le nom d'Altaï, comme l'a si bien expliqué M. de Humboldt, est employé avec des significations très-diverses et avec un degré de généralité très-variable. M. de Humboldt qui, dans son *Asie centrale,* l'a souvent employé dans sa signification la plus large, le resserre aussi quelquefois dans des limites beaucoup plus étroites. C'est dans ce sens qu'il dit que l'Altaï, à l'ouest du lac de Téletzk et au nord de la Bouhhtarma, a une *area* de 135 803 kilomètres carrés (4 400 lieues carrées). Cette surface, à peu près quadruple de celle de la Suisse, ne comprend ni le grand contrefort de l'Alataou, ni les chaînons qui se rattachent aux montagnes Sayanes, ni aucune des échancrures occupées par les plaines diluviennes. C'est l'Altaï russe proprement dit, qui n'occupe guère que le quart de l'espace figuré par M. de Tchihatcheff, lequel embrasse, comme nous l'avons déjà indiqué, le rameau de l'Alataou, qui s'avance au nord jusqu'à Tomsk.

» L'Altaï russe se présente comme un massif très-montagneux formant un demi-cercle irrégulier dont la concavité est tournée à l'ouest. On peut se le représenter, ainsi que l'a déjà dit M. de Humboldt, comme un cap énorme tenant par son extrémité méridionale au continent des terrains anciens de l'Asie centrale et entouré de tous les autres côtés par une vaste mer de dépôts diluviens. Cette comparaison conserverait encore une partie de sa justesse, si l'on comprenait dans la dénomination d'Altaï toute la portion du fleuve Yenisseï figurée dans la carte que M. de Tchihatcheff a jointe à son Mémoire et appartenant déjà au système des monts Sayanes, parce qu'il est probable que la lisière des dépôts dévoniens qui borde ce fleuve se trouve séparée des roches solides de la Sibérie orientale par un espace couvert de dépôts diluviens.

» La montagne la plus élevée de l'Altaï est la *Belouhha,* nommée aussi les *colonnes de Katoune,* que M. de Tchihatcheff place seulement à quelques myriamètres plus à l'ouest que ne l'avait fait M. de Humboldt dans sa belle carte des chaînes de montagnes et des volcans de l'Asie centrale.

» M. de Tchihatcheff lui attribue une hauteur de 12 000 pieds (3898 mètres), mais M. de Humboldt lui assigne seulement celle de 1720 toises (1),

---

(1) Humboldt, *Asie centrale*, t. I, p. 263 et 268.

(3352 mètres), c'est-à-dire la hauteur du mont Perdu, la seconde cime des Pyrénées.

» Les Pyrénées n'offrent pas de glaciers proprement dits. L'Altaï, quoique situé sous une latitude plus septentrionale et sous un climat beaucoup plus froid, mais à la vérité beaucoup plus sec, n'offre lui-même, d'après M. de Tchihatcheff, que des glaciers d'une assez médiocre importance. Ils y sont même extrêmement rares, puisqu'on n'y connaît jusqu'à ce jour que ceux des *colonnes de Katoune* ou de la *Belouhha*, où M. Gelber fut le premier à les signaler. Ces glaciers s'annoncent de loin par les circonstances qui les révèlent d'ordinaire aux voyageurs : les eaux qu'ils versent dans la rivière de Katoune sont laiteuses et troubles comme celles des torrents alimentés par les glaciers des Alpes, de la Suisse et de la Savoie.

» L'Altaï, pris dans son ensemble, et sauf quelques exceptions locales, est assez peu pittoresque, et il paraît que cet aspect monotone est assez général dans les montagnes de l'Asie centrale; car Victor Jacquemont, en parcourant les hautes régions de l'Himalaya, se plaignait aussi de leur uniformité et regrettait souvent les beaux aspects de nos Alpes.

» En général, dit M. de Tchihatcheff, un des traits dominants de la configuration extérieure de l'Altaï consiste, non-seulement en une certaine disposition, en forme de terrasses, des grandes masses qui le composent, mais encore en un certain arrondissement des contours qui circonscrivent ces dernières et qui n'en font qu'autant d'intumescences plus ou moins considérables.

» De là, surtout dans l'Altaï oriental, le développement à perte de vue de ces contours adoucis, de ces lignes droites et sans vie qui fatiguent si fort le regard du voyageur, et qui ont quelquefois rappelé à M. de Tchihatcheff le caractère également monotone dont se trouve empreinte la *Sierra Nevada*, en Espagne, qu'il avait déjà visitée dans un de ses nombreux voyages antérieurs (1).

» La cause fondamentale de cette mollesse de contours se trouve, d'après M. de Tchihatcheff, dans la grande prédominance des roches schisteuses dans l'Altaï. On sait, en effet, que, même dans les Alpes, des contours arrondis sont généralement le partage des contrées formées exclusivement de roches

---

(1) M. Pierre de Tchiahatcheff a publié un *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples*, accompagné d'un carte géologique et suivi de quelques notions sur Nice et ses environs; in-8°. Berlin. Schropp, 1842.

schisteuses peu solides : ces roches sont sujettes à produire partout l'un des types orographiques qu'on rencontre le plus souvent dans l'Altaï : de grands plateaux à sommets planes et déprimés, qui, à leur tour, donnent naissance à l'un des phénomènes les plus caractéristiques de ces contrées, savoir, la fréquence de vastes nappes de marais couvrant des surfaces élevées et rappelant sur une plus grande échelle les *fagnes* de l'Ardenne et de l'Eifel.

» Cette monotonie générale n'empêche pas que l'Altaï, dans sa vaste étendue, ne présente une foule d'accidents locaux qui se rattachent généralement à la présence de roches variées. M. de Tchihatcheff les a recherchées et décrites avec soin, en appuyant ses travaux sur ceux des voyageurs qui l'avaient précédé, sur les anciennes investigations de Pallas, et bien plus directement encore sur celles de MM. de Humboldt et Gustave Rose. Il a profité aussi de celles de MM. Gmelin, Gelber, Schangin, Bunge, Ledebour, Erman, dont les noms si justement célèbres sont souvent cités dans son Mémoire.

» M. de Tchihatcheff commence la description des roches de l'Altaï par celle des roches éruptives. Il a rencontré dans ces montagnes des *granites*, des *syénites*, des *diorites*, des *porphyres*, des *mélaphyres* et des *serpentines*.

» Sous le point de vue oryctognostique, les granites de l'Altaï peuvent être rapportés à trois variétés différentes, savoir: 1° granite syénitique ou syénite véritable; 2° granite normal à grains plus ou moins gros, rougeâtre ou blanchâtre, passant quelquefois au leptynite; 3° granite porphyroïde.

» Ces diverses variétés proviennent peut-être d'éruptions d'âges différents.

» Le granite blanc, souvent lié à des masses isolées de quartz très-blanc, est celui qui présente, par sa disposition habituelle en filons, les caractères éruptifs les plus prononcés.

» Bien que le domaine granitique de l'Altai n'ait été exploré géologiquement, dit M. de Tchihatcheff, que sur des points bien peu nombreux, et que par cette raison, il soit prématuré de se prononcer dès aujourd'hui sur son âge et ses relations avec les formations adjacentes; toutefois, les observations que l'on possède à cet égard suffisent déjà pour constater la nature éminemment éruptive qui caractérise cette roche dans plusieurs localités très-éloignées les unes des autres. C'est ainsi que sur les rives de la Katoune comme sur celles du Tchoulichmane (et nommément près de l'embouchure de la Tchoultcha dans ce dernier), on voit les masses granitiques renfermer dans leur pâte des fragments de grauwacke. De même, dans les environs du village Sogra (situé non loin de la ville d'Oust-Kamenogorsk), on voit des

filons de granite très-réguliers traverser le micaschiste. Enfin, parmi une foule d'autres localités qui attestent la postériorité des granites relativement aux roches sédimentaires, M. de Tchihatcheff rappelle les belles observations de MM. de Humboldt, G. Rose et Ehrenberg, sur le granite de l'Irtysch recouvrant en masses horizontales les couches verticalement redressées du thonschiefer (1).

» Les roches dioritiques, assez répandues dans l'Altaï, se trouvent particulièrement groupées: 1° au nord-nord-est, nord-est et nord-nord-ouest du lac de Téletzk; 2° le long de la pente sud-ouest de la chaîne de l'Alataou; 3° le long de la pente nord-est de la chaîne de Salaïr.

» L'état actuel de nos connaissances ne permet pas à l'auteur de décider si ces masses dioritiques sont toutes du même âge. Il lui semble cependant probable que les diorites, de même que les syénites ou granites syénitiques, appartiennent dans l'Altaï à plusieurs époques différentes, car on trouve quelquefois des fragments de granite dans le diorite qui coupe, d'ailleurs, le granite sous forme de filons; mais on trouve aussi des fragments de diorite dans le granite syénitique de la Katoune: les diorites les plus anciens seraient probablement antérieurs aux porphyres quartzifères, tandis que les plus modernes seraient postérieurs à tous les porphyres de cette catégorie.

» On trouve dans l'Altaï deux espèces de roches porphyriques:

» 1°. Un porphyre quartzifère et amphibolique;

» 2°. Un mélaphyre.

» Les porphyres quartzifères et amphiboliques se trouvent surtout développés dans la contrée de Zméef, où ils forment la roche métallifère par excellence, et dans les Alpes de Korgone. Les porphyres de ces deux localités ont cela de commun, que leurs relations avec les terrains de transition s'y trouvent assez distinctement prononcées pour autoriser à admettre la postériorité des premiers à l'égard des derniers. A Zméef, on voit le porphyre former des couches ou filons très-réguliers dans le schiste argileux et chlorité, alternant avec des calcaires que leurs fossiles peuvent nous faire considérer comme appartenant au système dévonien. D'après M. Schangin, les porphyres de Korgone s'élèvent au milieu de masses calcaires corallifères, faisant probablement partie du même système, et ils en renferment des fragments, ainsi qu'on le voit dans les blocs porphyriques transportés à Kolyvane pour la fabrication des vases et autres objets d'ornement. Toutefois les por-

(1) *Reise nach dem Ural, Altaï*, etc., tome I, page 610.

phyres de Zméef paraissent se lier au granite; mais ceux de Korgone semblent d'une époque plus récente.

» Les localités où ces porphyres, surtout ceux qui paraissent les plus modernes, ont fait éruption, présentent un caractère particulier de dislocation et d'âpreté que l'auteur signale surtout dans les monts des Faucons (*Sokolnii-sopki*), près du village d'Afanino.

» Les porphyres pyroxéniques ou mélaphyres de l'Altaï, quelquefois amygdaloïdes, ont été observés par M. de Tchihatcheff sur les deux rives du torrent Djebach, près des sources de la Tchouya et du torrent Yanilou-Ayane, entre la rivière Abakane et son affluent le Tachlyp, sur les deux rives du Yenisseï, entre les villages Baïkalovo et Tesse, le long du torrent de Birikule, etc. D'autres observateurs en ont encore signalé dans des localités différentes.

» Ces mélaphyres, tous fort analogues entre eux sous le rapport de leur composition, paraissent être, comme les diorites les plus récents, postérieurs aux porphyres quartzifères.

» Parmi les roches éruptives de l'Altaï, M. de Tchihatcheff signale encore des serpentines; elles forment des masses coniques sur la rive droite de la Tchouya, où les calcaires et autres roches sédimentaires présentent dans leur voisinage des traces d'altération.

» Dans l'Altaï, les roches sédimentaires, percées par le granite, sont généralement dans un état métamorphique plus ou moins complet, qui se manifeste par un développement très-considérable de mica. Elles deviennent amphiboliques dans le voisinage des diorites. Les vastes et lourdes intumescences à formes arrondies qui constituent le type caractéristique des régions montagneuses de l'Altaï, sont souvent composées de grauwackes et de schistes, plus ou moins métamorphiques, et participant en quelque sorte de la nature de certaines roches dioritiques compactes, car l'albite et l'amphibole figurent souvent dans leur composition.

» Le gneiss est rare dans l'Altaï et ne se présente le plus souvent que comme une modification locale du granite.

» Les terrains stratifiés de l'Altaï se rapportent, pour la plupart, à cette grande classe de dépôts sédimentaires anciens qu'on a conservé l'habitude de comprendre sous la dénomination de *terrains de transition*.

» M. de Tchihatcheff embrasse dans la catégorie des terrains de transition : 1° ceux qu'il a cru devoir ranger dans les *systèmes silurien* et *dévonien;* 2° ceux qui, tout en se rapportant au grand type des terrains anciens, en

général, ne possèdent pas de caractères stratigraphiques ou paléontologiques assez prononcés pour qu'on puisse reconnaître à quel système ils appartiennent. Il désigne ces derniers, qui sont les plus étendus, sous le nom de *terrains anciens indéterminés*.

» Une des plus grandes difficultés qui s'opposent à ce qu'on puisse assigner la véritable place de ces terrains dans la longue série des dépôts paléozoïques inférieurs, provient des phénomènes si compliqués du métamorphisme qui, en effaçant complétement, comme l'a observé l'auteur, les caractères individuels des roches, jettent, pour ainsi dire, dans un même moule des masses d'origine et souvent de composition très-différentes. La nature minéralogique des roches qui constituent ces *terrains anciens indéterminés* est, au reste, très-simple, ce qui ne contribue pas peu au caractère de monotonie qu'elles impriment souvent à la physionomie du pays. Le thonschiefer, le calcaire et le quartz sont les types oryctognostiques qui y dominent. Le micaschiste, le hornstein, le schiste chloritique, la grauwacke, s'y rattachent comme autant de modifications locales, et on les voit passer aussi à certaines roches altérées, participant à la fois de propriétés si différentes et si confusément prononcées, qu'on ne peut les désigner autrement que par le nom très-général de roches *métamorphiques*.

» Tout en présumant que le *système silurien* de M. Murchison comprend une partie considérable des terrains anciens indéterminés de l'Altaï, M. de Tchihatcheff n'a cru pouvoir ranger pour le moment, avec quelque degré de probabilité, dans ce système, que les dépôts disposés sur la pente méridionale de la chaîne de l'Alataou. Selon MM. de Sokolovskoï et Frese, ces dépôts, fréquemment interrompus par des roches pyroxéniques et amphiboliques, ainsi que par des masses de granite et de syénite à grain et à texture très-variés, consistent principalement en calcaire noir et en schiste argileux qui deviennent plus ou moins siliceux et talqueux dans la proximité des roches éruptives. Ils renferment localement des dépôts de grès et de brèches calcaires, et passent à des grauwackes et à des roches métamorphiques. Les fossiles que M. le lieutenant-colonel de Sokolovskoï a recueillis dans les dépôts calcaires de ces contrées, et parmi lesquels il mentionne, entre autres, les *Terebratula prisca* et *gigantea*, semblent assigner à la région dont il s'agit une place dans le système silurien. C'est ce que M. Erman a déjà indiqué en ajoutant très-judicieusement que ce système pourrait bien offrir une grande extension dans le sens de cette portion de l'Alataou désignée par le nom de Tchoulyme. Toutefois M. de Tchihatcheff a observé,

dans la collection géologique de l'École impériale des Mines de Saint-Pétersbourg, un bel exemplaire de *Productus gigas*, dont l'étiquette prouve qu'il vient de ces régions et nommément des rives du Taïdane. Or ce brachyopode est particulièrement propre, comme on sait, au calcaire carbonifère.

» La portion de terrain que ses propres explorations autorisent M. de Tchihatcheff à ranger positivement dans le *système dévonien* n'offre qu'une étendue médiocre; il regarde cependant comme probable que ce système comprend une portion considérable des terrains anciens indéterminés de l'Altaï, surtout de l'Altaï occidental; mais il ne signale provisoirement dans l'Altaï que trois zones dévoniennes : celle de Zméef, celle de Tomsk, et enfin celle du Yenisseï, en observant même que cette dernière est encore sujette à quelques doutes.

» L'espace compris entre Zméef, le village d'Ekaterinenskaya et les grands dépôts diluviens qui forment la limite occidentale de l'Altaï, présente des caractères paléontologiques qui autorisent à le ranger dans le système dévonien (1).

» Les fossiles, pour la plupart plus ou moins dégradés, se trouvent dans un calcaire schisteux qui ne figure que comme membre subordonné dans la longue série d'alternances qui caractérise éminemment le bassin dévonien de Zméef. Ces alternances, où règne la conformité de stratification la plus par-

---

(1) Voici la liste des fossiles que M. de Tchihatcheff a recueillis dans les environs des mines de Zméef et de Tchérépanoff :

Calymene macrophtalma ;
Productus subaculeatus;
Terebratula prisca ;
Terebratula, var. *explanata ;*
Orthis concentrica ;
Terebratula nova species, voisine de la *Terebratula ventilabrum ;*
Spirifer speciosus ;
Spirifer alatus;
Spirifer Verneuili ;
Leptæna nova species, voisine de la *Leptæna lata ;*
Leptæna lata ;
Cyathophillum turbinatum ;
Gorgonia infundibuliformis ;
Tiges d'Encrinites;
Fragments d'Orthocératites.

faite, sont composées des roches suivantes, qui, généralement, se succèdent de haut en bas dans l'ordre où elles sont nommées :

» *Porphyre, schiste argileux, porphyre quartzifère, schiste argileux, calcaire, porphyre quartzifère, schiste argileux, granite.*

» Les schistes qui alternent avec les porphyres, aux environs de Zméef, passent souvent au hornstein, fait qui présente de nombreuses analogies avec ce qui s'observe dans les montagnes du Forez et dans celles du Hartz.

» Près des usines de Tomsk, M. de Tchihatchéff a recueilli de beaux fossiles dévoniens (1) dans un calcaire gris cendré, le plus souvent fétide, qui occupe un bassin assez étendu. Ses caractères extérieurs n'auraient pas suffi pour le caractériser, car il offre, par son habitus extérieur, une telle analogie avec certains calcaires carbonifères du bassin de Salaïr, et nommément avec le calcaire de Botchate, que, sans l'examen des fossiles respectifs, il eût été difficile de ne point ranger l'un et l'autre dans le même système carbonifère. D'ailleurs les fossiles de Tomsk eussent pu également, dit M. de Tchihatcheff, convenir à ce dernier, si la présence de la *Calamopora polymorpha* n'eût pas protesté positivement contre cette classification, et assigné une place à ces dépôts de Tomsk dans le système dévonien.

» Ce n'est, comme nous l'avons déjà dit, qu'avec hésitation que M. de Tchihatcheff rapporte au système dévonien le terrain de grès et marne rouge et de calcaire gris des bords du Yenisseï. La stratification presque horizontale de ce terrain et la ressemblance que beaucoup de ses parties présentent avec le grès rouge, auraient pu motiver sa classification dans le système permien. Mais ces mêmes caractères le rapprochent des terrains des bords de la Lena, dans lesquels M. Erman a signalé des fossiles dévoniens.

» M. de Tchihatcheff a cru pouvoir reconnaître dans les roches stratifiées

---

(1) *Asaphus striatus;*
Pileopsis proava;
Enomphalus issedon;
Solarium priscum;
Calamopora fibrosa;
Calamopora spongites;
Calamopora polymorpha;
Cyathophillum turbinatum;
Petraca celtica;
Ostrea mamillaris;
Cyathophillum heleonthoides;
Cyathophillum quadrigenium.

de trois localités différentes de l'Altaï, le *système carbonifère* ou du *mountain-limestone* de l'Angleterre, dont la présence a été si habilement constatée par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling dans la Russie européenne. Ces localités sont les environs de Rydersk, ceux de Zyrianovsk et ceux de Salaïr.

» La région carbonifère de Rydersk est principalement composée d'argile schisteuse souvent associée à un grès feldspathique, passant soit à un schiste calcaire, soit au thonschiefer qui, à son tour, se rattache par des transitions insensibles au micaschiste et à des masses plus ou moins considérables de hornstein, et de calcaire compacte gris cendré plus ou moins pyriteux et assez régulièrement stratifié.

» Dans la région de Rydersk, M. de Tchihatcheff a recueilli des fossiles caractéristiques du système carbonifère près de la mine de Nicolas (située entre la rive gauche de l'Ouba et la mine de Talousk), et dans les environs des villages de Lozihha, de Tarahharesk, et de la mine de Rydersk (1).

» Les roches qui composent le bassin carbonifère de Zyrianovsk, qui n'est séparé que par une crête granitique de celui de Rydersk, consistent en calcaire gris plus ou moins schisteux, thonschiefer, et schistes talqueux et chloritiques renfermant des filons et des nids de hornstein métallifère, traversés quelquefois par d'autres filons de baryte sulfatée. Il n'y existe presque point de thonschiefer, ni de calcaires d'une composition normale. Ces deux roches passent si fréquemment et si insensiblement l'une à l'autre, ou bien se fondent si intimement, soit avec le schiste chloritique et talqueux, soit avec le hornstein, qu'une limite quelconque entre toutes ces roches deviendrait complétement illusoire.

» Dans le bassin de Zyrianovsk, M. de Tchihatcheff a encore recueili, particulièrement près du village de Talovka, des fossiles qui appartiennent évidemment aux espèces carbonifères (2).

---

(1) *Productus antiquatus;*
Retepora membranacea;
Spirifer, voisin du *Spirifer Bronnii;*
Orthis crenistria;
Orthis umbraculum.

Ces fossiles se trouvent associés à une foule d'empreintes de Spirifers et de Rétépores qui, sans être assez complètes pour être déterminées spécifiquement, paraissent cependant appartenir au groupe des espèces carbonifères.

(2) *Spirifer mosquensis;*
Spirifer trigonalis;

» Enfin, dans la contrée de Salaïr, le terrain carbonifère forme un bassin ovale, assez étendu, qui se termine au fleuve Ob. Parmi les roches qui le composent, on remarque surtout des calcaires très-variés, dont quelques-uns renferment un grand nombre de fossiles caractéristiques du système carbonifère (1). Ces calcaires sont altérés ou bouleversés en beaucoup de points par des éruptions dioritiques. Le gîte métallifère de Salaïr, dont la masse est formée en grande partie de baryte sulfatée, y est encaissé.

» M. de Tchihatcheff a encore observé dans l'Altaï un terrain plus moderne que les précédents, et qui lui a présenté de grandes analogies avec le grès rouge. Tout lui a paru annoncer que ce terrain appartient en effet à la dernière partie de la période paléozoïque. Cependant, comme il contient à sa base des couches de houille, l'auteur a jugé prudent de ne pas le séparer d'une manière absolue du terrain houiller, et il l'a compris avec ce dernier sous la dénomination générale de *système carbonifère,* sauf à ce que cette dénomination ait ainsi dans l'Altaï une acception plus large que celle qui lui est aujourd'hui attribuée en Europe. Cette réserve nous paraît judicieuse; il est toujours bon d'attendre que l'observation ait prononcé avant de décider que les limites des formations de contrées très-éloignées coïncident d'une manière absolue avec celles de nos formations européennes.

» Le terrain dont il s'agit se trouve particulièrement développé dans l'espace compris entre le chaînon de l'Alataou et les rivières Tchoumysch, Kondoma, Mrassa et Oussa, région que l'auteur désigne sous le nom de *bassin de Kouznetzk.*

» Les roches qui dominent dans ce bassin sont:

» 1°. Des grès tantôt compactes et homogènes, de couleur grisâtre ou jaunâtre, renfermant des fragments de quartz, de feldspath et de calcaire; tantôt d'une texture grenue, plus ou moins friable, rayés de zones colorées par l'oxyde de fer, comme est entre autres le grès d'Afanino;

Spirifer Verneuili;
Productus antiquatus;
Productus punctatus;
Productus punctati affinis (espèce nouvelle);
Productus Bronnii.

(1) *Retepora rotiformis;*
Productus antiquatus;
Orthis arachnoides;
Eschara scalpellum.

» 2°. Des marnes et calcaires marneux, soit compactes et alternant avec le grès, soit incohérents et de couleurs rouges blanchâtres ou bleuâtres;

» 3°. Des grès calcaires homogènes à grain médiocre, de teinte foncée, très-durs et ne cédant que difficilement à l'action du marteau, effervescents avec les acides qu'ils colorent complétement en noir.

» La puissance de ces divers dépôts varie beaucoup: quelquefois réduits à une couche très-mince, ils forment ailleurs des collines et même des montagnes entières.

» Les fossiles végétaux s'y montrent quelquefois en abondance, et ce sont particulièrement des grès marneux diversement colorés, ainsi que des calcaires siliceux, de teinte foncée, qui renferment ces richesses paléontologiques. Près des bords de l'Inia, M. de Tchihatcheff y a trouvé de nombreuses empreintes végétales, ainsi que de riches dépôts d'arbres fossiles dont plusieurs beaux échantillons ont été rapportés par lui à Saint-Pétersbourg.

» A la base de ce terrain de grès rouge on a constaté la présence d'un dépôt houiller qui pourrait être indépendant du grès rouge qui le recouvre, de même qu'il paraît l'être, d'après l'auteur, du calcaire carbonifère.

» La nature chimique de la houille de l'Altaï la rapproche, ainsi que le prouvent les analyses chimiques que M. Berthier a bien voulu en faire faire, de la nature de l'anthracite.

» On a constaté l'existence du fer carbonaté lithoïde dans la houille d'Afanino, où des couches de sphérosidérite se trouvent intercalées, soit dans le combustible même, soit entre ce dernier et le grès qui lui sert de toit.

» La présence de la houille a été reconnue sur plusieurs points, depuis les environs de la ville de Kouznetzk jusqu'aux parages de la rivière de l'Inia, c'est-à-dire sur un espace qui occupe une partie de l'axe du bassin de Kouznetzk, dont il serait possible que le dépôt houiller formât la base partout. Dans ce cas, l'Altaï septentrional se trouverait en possession d'un des plus vastes bassins houillers que l'on connaisse, occupant une enceinte dont le côté le plus long pourrait être évalué à 250 kilomètres sur 100 kilomètres de largeur moyenne.

» On n'a pu constater jusqu'à présent la nature des roches sur lesquelles le dépôt houiller de l'Altaï est superposé; mais la proximité du calcaire carbonifère paraît indiquer, avec un certain degré de probabilité, que ce dépôt doit être rapporté à la classe des bassins maritimes plutôt qu'à celle des bassins lacustres. Le vaste bassin de Kouznetzk occupe peut-être, dit M. de Tchihatcheff, la place d'un ancien golfe de la mer, dont une partie de la chaîne de l'Alataou a pu figurer comme un des points littoraux.

» Tout porte à supposer que le terrain carbonifère de l'Altaï se rattache à la vaste formation carbonifère dont quelques voyageurs intrépides nous ont révélé l'existence sur tant de points de l'Asie centrale, comme par exemple dans le bassin d'Ili, dans la chaîne du Thian-chan, dans celle d'Inchane (au nord de Peking), à Bokhara, etc.

» M. de Tchihatcheff a joint à son Mémoire la description et la figure des végétaux fossiles qu'il a trouvés dans le terrain carbonifère et le grès rouge. Ce travail est le résultat des observations de M. Gœppert, professeur à Breslau, dont les études variées et profondes sur les végétaux fossiles sont bien connues des naturalistes.

» Les échantillons qui ont été soumis à ses recherches se rapportent, suivant lui, à huit espèces.

» Une d'entre elles, d'après M. Gœppert, constitue, sous le nom d'*Anarthrocanna*, un genre nouveau, voisin des Calamites; mais l'état très-imparfait des deux échantillons sur lesquels il est fondé doit laisser beaucoup de doutes sur la nature réelle de ce fossile qui, cependant, ne peut évidemment rentrer dans aucun des genres déjà établis. C'est un premier jalon qui attend que d'autres viennent compléter ses caractères et fixer ses rapports. Peut-être même ce que M. Gœppert considère comme des rameaux serait-il plutôt des divisions d'une racine.

» Parmi les vraies Fougères, M. Gœppert distingue trois espèces : un *Neuropteris* et deux *Sphenopteris*, qu'il considère comme nouvelles et différentes de celles déjà observées en Europe.

» On voit, par les deux noms de genre que nous venons de citer, que M. Gœppert est revenu à l'opinion adoptée anciennement par l'un de nous, et a renoncé, comme il le dit lui-même avec beaucoup de franchise, au système de classification plus rapproché de la méthode adoptée parmi les Fougères vivantes qu'il avait cru devoir établir il y a quelques années. En effet, l'absence si fréquente des fructifications, et dans tous les cas leur conservation imparfaite, sont des obstacles insurmontables dans l'état actuel de cette branche des sciences à l'établissement de genres qui seraient, parmi les fossiles, les représentants des genres vivants.

» On ne peut donc arriver à des résultats concordants dans l'ensemble de l'étude des végétaux fossiles, qu'en fondant essentiellement les divisions parmi les Fougères fossiles sur le mode de ramifications des nervures, et sur la forme des découpures des pinnules, caractères auxquels, même parmi les Fougères vivantes, on a accordé beaucoup plus de valeurs dans ces derniers temps qu'on ne l'avait fait plus anciennement; mais ces caractères sont, dans

beaucoup de cas, assez difficiles à définir; ils passent de l'un à l'autre par des nuances insensibles, et si les types sont bien distincts, ils se lient cependant par des intermédiaires dont la position est souvent douteuse; c'est ce qui arrive pour les trois Fougères rapportées dans le Mémoire par M. Gœppert, aux genres *Neuropteris* et *Sphenopteris* qui, toutes trois, s'éloignent des types primitifs de ces genres, et rentreraient peut-être mieux, si on en possédait des échantillons plus parfaits, dans le genre *Pecopteris*.

» M. Gœppert rapporte aussi à la famille des Fougères un genre anomal d'abord rapproché des Palmiers, et sur lequel nous aurons bientôt occasion d'appeler l'attention de l'Académie dans un Mémoire spécial; c'est le genre *Noggerathia*. Nous ferons observer seulement ici que les *Noggerathia*, lorsqu'on les étudie sur des échantillons assez complets, s'éloignent de toutes les Fougères connues, tant par la forme de leurs feuilles que surtout par leur mode de nervation; que ces plantes n'ont plus évidemment aucun analogue connu dans le mode actuel; mais nous chercherons à montrer par la suite qu'elles ont plus de rapport avec les Cycadées qu'avec aucune autre famille vivante. Parmi les fossiles de l'Altaï, M. Gœppert n'a vu que deux fragments très-incomplets des feuilles de ces *Noggerathia*; il a cru cependant pouvoir les distinguer comme des espèces nouvelles qui manquent, malheureusement, de plusieurs des caractères qui seraient nécessaires pour les définir.

» A la description de ces empreintes végétales, aussi complète que le permettaient les matériaux qu'il avait à sa disposition, M. Gœppert a joint l'étude anatomique d'une espèce de bois fossile, provenant des mêmes contrées et probablement des mêmes formations. On savait déjà que les bois fossiles trouvés dans beaucoup de parties de l'Europe, dans les terrains anciens contemporains de la formation houillère, ou peu postérieurs à cette époque, ne se rapportaient, parmi les Dicotylédones, qu'à la famille des Conifères, et offraient une structure plus voisine de celle des *Araucaria*, que de celle d'aucun autre genre de cette famille.

» Les travaux de M. Witham en Angleterre, et de M. Unger en Allemagne, tendaient déjà à établir la généralité de ce fait; l'étude faite par M. Gœppert des bois fossiles de l'Altaï vient la confirmer. Il a donné une excellente anatomie de ces bois, comparativement à celle de l'*Araucaria Cunninghami* de la Nouvelle-Hollande, et il en résulte que ces bois n'offrent que de très-légères différences spécifiques. Ce n'est pas un des résultats les moins remarquables de l'étude des végétaux fossiles, que cette analogie entre les arbres de cette époque reculée de la végétation du globe et ceux qui maintenant sont confinés dans les régions australes; et ce résultat, indiqué par

la nature de ces bois, est également confirmé par les empreintes de rameaux et de fruits qui, dans certaines localités, se rencontrent dans ces mêmes couches anciennes, soit de l'époque houillère, soit de celle qui la suit immédiatement, empreintes qui ont aussi la plus grande analogie avec les rameaux et les fruits des *Araucaria* de l'Australie.

» Il résulte donc de l'examen fait par M. Gœppert des végétaux fossiles, malheureusement peu nombreux, recueillis par M. de Tchihatcheff dans les formations carbonifères de l'Altaï, que les mêmes formes génériques observées dans les terrains de cette époque, dans l'Europe occidentale, se retrouvent dans cette partie centrale de l'Asie, avec de légères différences spécifiques, qui disparaîtraient peut-être en partie par l'étude d'échantillons plus parfaits.

» La vaste extension du grès rouge dans l'Altaï pourrait faire supposer que si les contrées limitrophes, et nommément la chaîne de l'Alataou, ont été le théâtre de violentes catastrophes, une grande partie de ces dernières ont peut-être précédé le soulèvement du grès rouge, dont les assises sont si régulièrement étendues (quoiqu'à stratification non horizontale) sur une surface aussi considérable.

» La grande majorité des gîtes métallifères de l'Altaï se trouve plutôt dans les dépôts d'origine neptunienne que dans les terrains granitiques; mais ils sont à peu de distance du granite, et quelques-uns sont intercalés dans cette dernière roche. Les schistes argileux et calcaires du bassin carbonifère de Zyrianovsk ont été, d'après l'auteur, de même que les roches carbonifères du bassin de Rydersk, le théâtre d'éruptions granitiques et porphyriques; aussi toute cette contrée est-elle caractérisée par de nombreux dépôts métallifères qui ont donné naissance à une série de mines disposées le long des rives de la Bouhhtarma et du Haïr-Koumyne, comme, par exemple, les mines de Bouhhtarminsk, de Zavodinsk, de Zyrianovsk, de Moskvinsk, de Momantoff, etc. Le système dévonien partage avec celui du calcaire carbonifère, l'honneur de renfermer les plus célèbres mines de l'Altaï, et elles s'y présentent dans des circonstances analogues.

» Ces différentes mines sont décrites dans le Mémoire avec des détails circonstanciés, auxquels quatre planches de coupes et de plans de mines donnent encore plus de précision. Le besoin d'abréger ce Rapport nous empêche d'analyser comme nous l'aurions désiré ces documents précieux, dont tous les amis de la science sauront gré à l'auteur, mais qui, dans le vaste cadre orographique de son travail, ne peuvent être considérés que comme des détails.

» Les terrains diluviens de l'Altaï et de cette partie des monts Sayanes que l'auteur a comprise dans sa description, se composent, comme partout ailleurs, de fragments et de débris plus ou moins triturés, appartenant aux roches qui constituent la charpente solide du grand édifice dont ils ne voilent pas seulement le pied, mais dans l'enceinte duquel ils occupent aussi plusieurs dépressions. Ce sont comme autant de golfes plus ou moins sinueux qui pénètrent dans l'intérieur du continent et en rompent la continuité. Parmi ces golfes, on en peut surtout distinguer deux : 1° la vaste zone principale de dépôts diluviens au milieu de laquelle se trouve Barnaoul, et qui va former une bande étroite le long de la Biya, jusqu'aux environs du fort Sandypskoi, en dessinant ainsi une anse sinueuse bordée, d'un côté, par le domaine granitique, et, de l'autre, par celui des terrains de transition; 2° le second golfe, bien plus sinueux que le premier, sépare le fleuve Yenisseï de la crête de l'Alataou, et n'est que la continuation de cette partie de l'*Océan diluvien* qui, après avoir baigné la pente septentrionale de l'Alataou, et traversé le fleuve Tome, suit toutes les anfractuosités du bassin diluvien de Barnaoul. Outre cette grande ceinture diluvienne, avec ses nombreuses articulations et embranchements, l'intérieur de l'Altaï présente plusieurs bassins locaux, tels que le petit dépôt de la contrée où se trouvent les usines de Tomsk, et les mines de Salaïr, dépôts caractérisés par des couches de fragments de fer hydraté; tels aussi que le bassin peu considérable de Minousinsk, creusé au milieu du grès rouge, et renfermant très-probablement plus d'un monument paléontologique, à en juger par un beau crâne de *Bos priscus* que l'auteur en a rapporté. La même circonstance pourrait rendre remarquable le diluvium de la plaine de Bibik, d'où l'auteur tient une mâchelière de *Rhinoceros thichorinus* parfaitement conservée.

» Au reste, dit M. de Tchihatcheff, les dépouilles organiques ne sont pas rares dans les dépôts diluviens de l'Altaï, en général, ainsi que le prouvent les nombreux ossements d'éléphants et de rhinocéros que l'on rencontre dans les points les plus éloignés, et entre autres dans les sables aurifères de l'Alataou, et dans les vastes dépôts qui entourent Barnaoul. L'auteur s'est, en outre, procuré dans les dépôts diluviens qui constituent la rive droite de l'Inia, des dents et ossements de l'*Elephas primigenius*, du *Bos primigenius*, du *Cervus alces*, etc.

» L'une des propriétés les plus remarquables qui caractérisent le diluvium de l'Altaï, c'est la présence de parcelles d'or, disséminées en plus ou moins grande abondance au milieu des matières détritiques, et constituant les célèbres dépôts aurifères de la Sibérie.

» M. de Tchihatcheff remarque que les parties aurifères de ces dépôts, sur lesquels de si riches lavages ont été ouverts depuis quelques années, se trouvent particulièrement dans le voisinage des roches dioritiques qui ont percé le sol ancien en différents endroits, notamment sur la pente nord de l'Alataou, de la chaîne de Salaïr et de la Mrassa. Ces dépôts contiennent des fragments de diorites mélangés à ceux des autres roches des montagnes voisines. Ils reposent généralement sur les terrains paléozoïques les plus anciens.

» Quant à la force de l'agent qui aura charrié et disposé dans l'ordre où nous les voyons maintenant tous ces dépôts aurifères, elle paraît à l'auteur avoir eu, suivant les localités, des degrés d'intensité très-différents; car si, d'un côté, la stratification généralement horizontale de ces alluvions semble annoncer une action lente et peu tumultueuse, d'un autre côté, en considérant les blocs de fer hydraté, souvent très-considérables, qui figurent à Tomsk et à Salaïr, dans des dépôts également plus ou moins aurifères et caractérisés par les mêmes ossements fossiles, on est amené à conclure que le courant qui les aura tenus en suspension, ou au moins mis en mouvement, a dû posséder une impulsion assez puissante, surtout si l'on suppose que ces galets auront été empruntés aux montagnes de l'Altaï oriental (celles du lac de Téletzk et de l'Abakane, les embranchements occidentaux de la chaîne Sayane, etc.), généralement si riches en fer hydraté. D'après cette hypothèse, que l'auteur ne présente, au reste, qu'avec beaucoup de doute et de réserve, le courant serait venu dans la direction de l'est à l'ouest.

» Un autre phénomène qui, dans le diluvium de l'Altaï, atteste des révolutions, quoique probablement, dit l'auteur, d'une nature peu subversive, c'est la hauteur considérable à laquelle se trouvent portés les dépôts de galets qui recouvrent les rives de plusieurs rivières et torrents, comme, par exemple, la Biya, la Katoune, la Tchouya, le Tchoulichmane, le Bachkaus, l'Eulondou, le Tulo (affluent du lac de Téletzk, etc.).

» M. de Tchihatcheff a observé, au milieu des plateaux marécageux et glacés qui renferment les sources du Tchoulichmane et le lac de la Tchoulachta, et sur ceux de la Tchonga et du lac Karakol, de nombreux blocs détachés qui sont tous formés de granite, tandis que les montagnes limitrophes sont exclusivement composées de schiste argileux. Rien, dit-il, n'autorise à considérer ces amoncellements locaux comme des dépôts de *blocs erratiques*; nous croyons cependant qu'ils en rappelleront généralement l'idée aux habitués des Hautes-Alpes, du Jura et des Vosges.

» Nous pensons qu'il en sera de même du dépôt de matières de transport de grosseur disparate, dans lequel sont taillés les cônes, souvent coiffés de gros

blocs, que M. de Tchihatcheff dépeint avec beaucoup de vérité sur la pente du massif qui longe le bord du torrent Oulou-Oundouk, et dont il a joint une vue à son Mémoire. Ces groupes de cônes graveleux paraissent ne pas être rares dans l'Altaï, car la description que M. Helmersen a donnée du conglomérat remarquable de la rive orientale du lac de Téletzk, entre le Tcheri et le Tchoulich, pourrait faire supposer la plus grande analogie et peut-être même une parfaite identité entre les phénomènes des deux localités. Tous ces cônes, souvent coiffés de gros blocs, rappellent exactement ceux que l'action des agents atmosphériques a fait naître en tant de points dans les dépôts erratiques des vallées des Alpes, et dont Victor Jacquemont cite aussi des exemples dans l'Himalaya.

» Une étude plus complète des terrains diluviens de l'Altaï aura sans doute pour résultat, dit M. de Tchihatcheff, de les diviser en plusieurs assises d'âge différent, et peut-être même d'y découvrir des terrains de l'époque tertiaire; il est certain cependant, dès à présent, que les ossements fossiles dont tous les atterrissements aurifères de l'Altaï abondent plus ou moins, leur assignent un âge très-peu reculé.

» Ajoutons avec l'auteur, que ce n'est pas seulement dans ses dépôts de transport que l'Altaï offre à l'observateur de nombreux débris de mammifères: la région traversée par la rivière Tcharysch possède une foule de cavernes ossifères creusées dans les terrains anciens.

» Après avoir ainsi classé, avec toute la précision que comportent les observations actuelles, les différents dépôts qui constituent en grande partie le sol de l'Altaï, l'auteur a cherché à classer aussi les bouleversements dont ils présentent des traces nombreuses. Il pense que ces bouleversements sont généralement fort anciens, conclusion que semble appuyer l'absence ou du moins la très-grande rareté des trachytes et en général de toutes les roches volcaniques modernes. Suivant M. de Tchihatcheff, tous les terrains anciens de l'Altaï, actuellement recouverts de sables aurifères, ont dû avoir été soulevés antérieurement à l'époque secondaire, ce qui les aura soustraits à l'influence de la longue période qui s'est écoulée depuis cette dernière jusqu'aux dépôts des alluvions aurifères contemporaines des mammouths et des rhinocéros. Il ne paraît pas impossible cependant que quelques-unes des grandes dislocations du sol de l'Altaï dussent être rapportées à une époque intermédiaire, entre la période paléozoïque et celle des phénomènes diluviens. L'auteur dit même que les couches du grès rouge, sans être très-fortement disloquées, ne sont pas restées horizontales.

» Pour parvenir à classer les phénomènes de soulèvement dont l'Altaï conserve l'empreinte, il fallait, avant tout, procéder à une *analyse stratigra-*

phique, aussi complète que possible, de ce vaste groupe montagneux.

» En examinant attentivement la disposition des chaînes dont il est hérissé, on y distingue, dit l'auteur, deux types assez distincts, et, sous ce rapport, on pourrait diviser l'Altaï en deux portions plus ou moins naturellement délimitées.

» La première portion, que l'auteur nomme l'*Altaï occidental*, embrasse l'espace compris entre le fleuve Ob et la partie septentrionale de la rivière de Katoune, ainsi que les régions qui séparent le Bachkaus de la Tchouya; cette portion est caractérisée par une direction dominante des chaînes de montagnes du nord-ouest au sud-est. On voit cette direction plus ou moins distinctement prononcée dans l'alignement général de toutes ces masses, désignées, dans le pays, par le nom de *Belki* ou Alpes. C'est, par exemple, la direction du rempart septentrional de l'Alataou, de la crête de Salaïr, des montagnes de Kolyvane, de la chaîne de Kouraï, des Alpes de Tigueretzk, de Korgone, de Bachalitzk, d'Anouï, d'Oubinsk, de Koksou, de Tourgouzoune, de Hhalsoune, d'Arrhhyte, etc.

» La seconde portion, que l'auteur nomme *Altaï oriental*, comprend l'espace situé entre la limite des monts Sayanes et le domaine central et méridional de la rivière Katoune. Dans cette portion, la direction des crêtes s'éloigne de plus en plus de celle qui domine dans la précédente. A mesure qu'elles approchent du grand plateau de la Tchouya, qu'on peut considérer comme le point de séparation entre le système de l'Altaï et celui des Sayanes, elles se relèvent graduellement vers l'est, et finissent par s'aligner, soit presque parallèlement aux méridiens, soit dans la direction du nord-est au sud-ouest. On voit cette tendance se prononcer assez distinctement dans la chaîne de Soulouguème, d'Irène Karagaï, de Toungoun-Taïga, de Tendicheli, de Garbon, de Chabina-Dabahane, dans les monts de Kouznetzk, dans la partie de la chaîne des monts de Téletzk, dont le revers oriental donne naissance aux affluents de la rive droite de l'Abakane, etc., et il n'est pas sans intérêt d'observer que c'est précisément sur le point de contact, entre les deux grands types orographiques, que l'on remarque ces contours demi-circulaires, ces lignes tordues et plissées qu'affectent plusieurs des chaînes de montagnes de ces contrées.

» Le double type que présente l'Altaï sous le rapport *orographique* coïncide parfaitement, dit l'auteur, avec les phénomènes *stratigraphiques*. En effet, dans la portion qu'il a désignée par le nom d'*Altaï occidental*, la direction dominante des couches est du nord-ouest au sud-est; dans l'Altaï oriental, au contraire, c'est la direction nord-est, sud-ouest qui semble l'emporter

sur la première, avec laquelle, toutefois, elle se trouve fréquemment alliée. Or, c'est précisément ce croisement des axes de soulèvement qui semble avoir produit, dans l'Altaï, 1° d'un côté, cette espèce de fusion et d'entrelacement, ou d'enchevêtrement par lesquels le système des Sayanes se confond presque partout avec le système de l'Altaï proprement dit; 2° de l'autre côté, la hauteur considérable à laquelle les montagnes de la portion orientale se trouvent portées relativement à la région occidentale, où ce croisement des axes est bien moins fréquent.

» En effet, le point culminant de tout l'Altaï, qui est représenté, au moins selon l'état actuel de nos connaissances, par les *colonnes de Katoune*, ou la *Belouhha*, se trouve précisément dans l'endroit où les deux lignes de direction semblent se rencontrer. De même, le lac de Téletzk, également placé non loin de la région du croisement des axes de soulèvement, ne doit peut-être sa naissance qu'à cette circonstance même.

» L'abondance des lacs profonds qui se distinguent souvent par des bords abruptes caractérise éminemment l'Altaï oriental, et semble à l'auteur se rattacher au croisement des axes de soulèvement dont il s'agit. Il cite particulièrement le lac de Karakol (dans la vallée de l'Alach, sur le territoire chinois), qui rappelle tout à la fois le lac Paven, en Auvergne, et celui de Gemünden, dans le duché de Saltzbourg.

» Lorsqu'on considère, dit M. de Tchihatcheff, la direction principale des cours d'eau qui sillonnent le vaste domaine de l'Altaï, on observe qu'elle présente fréquemment une concordance assez prononcée avec le double type de la direction orographique et stratigraphique qui domine dans ces contrées. En effet, non-seulement une grande partie des fleuves, rivières et torrents de l'Altaï coulent du nord-est au sud-ouest, ou du sud-est au nord-ouest, mais on remarque encore que la première direction domine dans la partie de l'Altaï caractérisée par une direction orographique et stratigraphique exactement semblables, et que l'auteur a désignées par le nom d'*Altaï occidental*, tandis que la seconde direction prévaut dans l'*Altaï oriental*.

» A côté de ces deux directions principales, il en existe une troisième qui, parfois, ne se présente que comme une modification de la direction du sud-est au nord-ouest, mais qui cependant coupe souvent cette dernière sous un angle plus ou moins considérable : c'est celle du sud-sud-est au nord-nord-ouest; c'est là nommément le cas du fleuve principal de l'Altaï, l'Ob, ainsi que de plusieurs de ses affluents.

» La disposition des massifs granito-syénitiques offre, dans l'Altaï, une concordance remarquable avec les grands traits stratigraphiques qui caractérisent les dépôts neptuniens de ces contrées. En effet, lorsqu'on y examine

la répartition et le groupement des roches dont il s'agit, on observe que l'axe de leur plus grande extension se conforme assez généralement avec les deux types de direction qui dominent essentiellement dans l'Altaï, savoir : celle du nord-ouest au sud-est et celle du sud-est au nord-ouest; aussi voyons-nous que, dans la partie occidentale de l'Altaï, où la direction dominante des couches est du nord-ouest au sud-est, les masses granitiques se trouvent particulièrement allongées dans ce sens, tandis que dans la région orientale, où la direction dominante est du nord-est et nord-nord-est au sud-ouest et sud-sud-ouest, la direction des massifs granitiques semble en quelque sorte être calquée sur les mêmes lignes; car, depuis le mont Kazik, qui forme l'angle le plus avancé de la partie orientale de la chaîne d'Alatan jusqu'à l'embouchure du Naryme dans l'Irtysch, la majorité des massifs granitiques distribués dans cette immense étendue ont leur axe dirigé du nord-est au sud-ouest.

» Un fait très-remarquable, et qui résulte de ce double mode de répartition des masses granitiques, c'est que la région qui offre le plus de vacillations dans les lignes stratigraphiques, et se rapproche le plus du point de croisement entre les deux directions opposées, est en même temps la région qui renferme les plus hautes chaînes de l'Altaï, et nommément les colonnes de Katoune (pic de Belouhha), celle de Hblosoune, les massifs de remparts du lac de Téletzk, des sources du Tchoulichmane et de celles de l'Abakane, etc.; ces masses gigantesques sont, pour la plupart, composées de roches sédimentaires en couches redressées.

» Aux deux directions fondamentales auxquelles se coordonne la disposition générale des masses minérales de l'Altaï, il faut en joindre une troisième, moins développée, mais encore assez bien marquée, que révèle un examen attentif de la carte de M. de Tchihatcheff : c'est l'orientation méridienne, ou presque exactement nord-sud, qu'affectent de préférence les contours des masses minérales au nord du lac de Téletzk, et surtout au nord du bassin de Kouznetzk. Cette direction caractérise, comme l'a déjà remarqué M. de Humboldt, les montagnes qu'il a désignées sous le nom de *chaîne méridienne de Kouznetzk* (1), chaîne qui se termine à la région des alluvions aurifères répandues au pied nord-est de l'Alataou, et que M. de Humboldt a rattachée, d'après sa direction, au système du Bolor.

» Pour donner plus de précision aux remarques générales que nous avons énoncées ci-dessus, l'auteur a réuni, dans une de ces figures qu'on a proposé de nommer *roses des directions* (2), toutes les directions de couches qu'il a

(1) Humboldt, *Asie centrale*, t. I, p. 378, et t. II, p. 5.

(2) Voyez *Explications de la Carte géologique de la France*, t. I, p. 467.

relevées dans l'Altaï. On voit clairement sur cette rose que les directions dont il s'agit forment, en effet, deux grands groupes, mais qui peut-être seraient susceptibles d'être ultérieurement subdivisés, et dont on pourrait séparer nommément un groupe dirigé nord-sud (*système du Bolor*), et peut-être un autre dirigé de l'ouest à l'est (*système du Thian-chan???*).

» M. de Tchihatcheff a naturellement songé à rechercher les relations qui pourraient exister entre ses deux grands systèmes de l'*Altaï occidental* et de l'*Altaï oriental,* et les systèmes de montagnes qui ont été étudiés en Europe. Pour cela, il a dû avoir égard à la courbure de la terre et à la convergence des méridiens vers le pôle. Il a calculé, en résolvant les triangles sphériques convenables, ce que deviendraient les directions des systèmes de montagnes de l'Europe si on les rapportait au centre de l'Altaï, c'est-à-dire au point d'intersection du 52e parallèle nord, et du 85e méridien à l'est de Paris. Ces directions calculées, il les a rapportées sur sa rose des directions; mais il n'est résulté de là aucun rapprochement décisif, ce qui tient peut-être, en partie, à ce que les directions observées par ce voyageur, quoique nombreuses en elles-mêmes, ne le sont pas encore assez pour le vaste espace qu'il a exploré.

» On peut remarquer, au surplus, que la direction est 37° 30′ nord du Hundsruck, prolongée à travers l'Asie, coupe le 85e méridien à l'est de Paris par 54° 27′ de latitude nord, en formant avec lui un angle de 61° 17′; d'où il résulte qu'elle traverse l'Altaï de l'ouest 28° 43′ nord à l'est 28° 43′ sud.

» On peut remarquer, de même, que la direction est 40° nord, de la Côte-d'Or prolongée à travers l'Asie, coupe le 85e méridien à l'est de Paris, par 53° 43′ de latitude nord, en formant avec lui un angle de 62° 34′, et que, par conséquent, elle traverse elle-même l'Altaï, de l'ouest 27° 26′ nord à l'est 27° 26′ sud.

» Or ces deux directions, si peu différentes l'une de l'autre, représentent très-sensiblement la direction de l'Altaï occidental, telle qu'elle se manifeste sur la carte de M. de Tchihatcheff, par la disposition des bandes de roches granitiques et schisteuses. Elle se rapproche aussi beaucoup de la direction ouest-nord-ouest est-sud-est que M. de Humboldt assigne à l'un des systèmes de dislocations de l'Altaï (1).

» Il est à désirer que les observateurs futurs portent leur attention sur la fixation précise de cette direction de l'Altaï occidental, et sur celle de l'âge relatif des dislocations qui l'ont déterminée.

» Mais si la rose des directions tracée par M. de Tchihatcheff laisse encore

---

(1) Humboldt, *Asie centrale*, t. I, p. 378.

planer des doutes sur les rapprochements que nous venons d'indiquer pour le système de l'Altaï occidental, elle se prête beaucoup mieux au rapprochement qu'on se trouve naturellement conduit à établir entre l'Altaï oriental et un système de montagnes déjà connu, mais qui, à la vérité, ne figure pas dans la liste des systèmes européens.

» Ainsi que l'un de vos Commissaires l'a fait remarquer depuis longtemps, « la chaîne qui forme l'axe de l'île de Madagascar, et celle beaucoup plus » étendue, mais semblablement orientée, qui borde, au sud-est, le continent » africain, forment deux anneaux d'un système qu'on peut suivre à travers » l'Asie, jusqu'aux bords du lac Baïkal et de la Lena » (1). L'Altaï oriental, tel que le décrit M. de Tchihatcheff, semble former lui-même un des anneaux de cette vaste chaîne. En effet, si l'on prend pour l'axe du système dont nous parlons un grand cercle passant par le cap *Cave-Rock* à l'angle sud-est du continent africain (lat. 33° 15' sud, long. 25° 30' est), et par le cap *Mocandon*, à l'entrée du golfe Persique (lat. 26° nord, long. 54° est), on calcule aisément que ce grand cercle coupe le 85ᵉ méridien à l'est de Paris par 57° 48' 30" de latitude nord, et en faisant avec ce méridien, vers l'est, un angle de 47° 53' 30". Il traverse donc l'Altaï suivant une direction peu éloignée de la ligne sud-ouest nord-est, ce qui permettrait d'y rattacher le système de l'Altaï oriental. Ce même grand cercle traverse les plateaux de la Perse, suivant une orientation assez concordante avec celle de l'un des groupes de directions que M. Charles Zimmermann y a tracés dans un travail récent.

» Quoi qu'il en soit des rapprochements que nous signalons ici, entre le système de l'Altaï oriental et celui des chaînes de Madagascar et de Mozambique, et entre le système de l'Altaï occidental, et quelques-uns de nos systèmes européens, il était important d'établir, comme l'a fait M. de Tchihatcheff, que l'Altaï présente, de même que les Alpes, deux systèmes principaux de dislocation vers le point de rencontre desquels se trouve le grand pic de la Belouhha, qui rappelle ainsi par sa situation celle de notre Mont-Blanc (2).

---

(1) Voyez *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe;* extrait inséré dans la traduction française du *Manuel géologique* de M. de la Bèche, p. 660 (1833). — *Voyez* aussi l'extrait des mêmes recherches inséré dans le 3ᵉ volume du *Traité de Géologie* de M. Daubuisson de Voisins, continué par M. Amédée Burat, p. 370 (1834).

(2) *Voyez* Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe. (*Annales des Sciences naturelles,* t. XIX (1830), p. 199 à 208.) Victor Jacquemont croyait pouvoir distinguer aussi deux systèmes de soulèvement dans l'Himalaya. *Voyez* sa XXXVᵉ Lettre, datée de Lari, le 9 septembre 1830.

La fixation plus précise encore de ces deux systèmes, leur décomposition possible en systèmes plus simples, doit, sans aucun doute, être recommandée aux observateurs futurs; mais ces deux grands faisceaux de dislocation qui se croisent dans la partie la plus accidentée de l'Altaï, suivant des directions presque perpendiculaires entre elles, constituent déjà par eux-mêmes une donnée importante pour l'orographie de l'Asie, dont on doit savoir gré à la persévérance et à la perspicacité de M. de Tchihatcheff.

» Ces deux systèmes sont, en effet, à peu près pour le continent de l'Asie, ce que sont pour celui de l'Europe les systèmes du Thuringerwald et de la Côte-d'Or, et il serait d'autant plus important d'avoir des idées complétement arrêtées sur le système de l'Altaï occidental, que son prolongement, qui se dirige de manière à passer entre Peking et Canton, traverse, à l'extrémité orientale du Tchianchan, le vaste chaos des montagnes de l'intérieur de la Chine et pourrait servir à le débrouiller.

Conclusions.

» Le Mémoire de M. de Tchihatcheff sur la constitution géologique de l'Altaï, par le grand nombre de faits nouveaux et par les aperçus ingénieux qu'il contient sur des contrées jusqu'ici très-peu connues, nous a paru digne de fixer l'attention de l'Académie et d'obtenir ses encouragements. Nous avons, en conséquence, l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder son approbation à ce travail, et de remercier l'auteur de le lui avoir communiqué. Nous proposerions même de voter l'insertion du Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*, si nous ne savions qu'il doit paraître bientôt dans un ouvrage plus étendu, où M. de Tchihatcheff a l'intention de consigner en totalité les résultats de son voyage dans l'Altaï. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un candidat pour la place de professeur d'agriculture, vacante au Conservatoire des Arts et Métiers par suite du décès de M. *Leclerc-Thouin*.

Au premier tour de scrutin, sur un nombre de 46 votants :

M. Boussingault obtient 43 suffrages,
M. Dezeimeris 1

Il y a deux billets blancs.

M. **Boussingault**, ayant réuni la majorité des suffrages, sera présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce comme le candidat de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Recherches sur les produits de la décomposition des espèces minérales de la famille des silicates; par* M. **Ebelmen**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Berthier, Dumas.)

« Les produits de la décomposition des différentes espèces minérales de la famille des silicates ont été peu examinés, jusqu'ici, par les minéralogistes; le seul fait acquis à la science est celui de la transformation des espèces feldspathiques en kaolin. Ce phénomène naturel s'est accompli et s'accomplit probablement encore tous les jours sur une grande échelle. Toutes les roches qui admettent une espèce feldspathique comme principe constituant, se présentent souvent dans un état plus ou moins avancé de décomposition. Mais l'élément feldsphatique n'est pas le seul altéré dans ces roches: des silicates ne contenant pas d'alcali s'y décomposent également. Les faits que j'ai réunis dans ce Mémoire ont eu, surtout, pour but d'éclaircir ce qui se passe dans le cas de la décomposition des silicates non alcalifères. Ils montreront, je l'espère, que la transformation du feldspath en kaolin n'est qu'un cas particulier de la décomposition des silicates sous l'influence des agents atmosphériques.

» La plupart des minéraux que j'ai examinés jusqu'ici présentent, sur le même échantillon, un passage incontestable et graduel entre la partie intacte et la partie altérée. En analysant séparément les deux portions et comparant leur composition, j'ai pu reconnaître quels avaient été les éléments entraînés par le fait de la décomposition, et quelles modifications avaient subies les éléments restant en place.

» J'ai examiné d'abord quelques silicates naturels dont la plupart appartiennent au groupe pyroxénique; ce sont :

» 1°. Du bisilicate de manganèse d'Alger (Rhodonite de M. Beudant);

» 2°. Du bisilicate de manganèse de Saint-Marcel (Piémont);

» 3°. De la Bustamite de la mine d'argent de Tetala (Mexique).

» J'ai examiné ensuite diverses roches basaltiques qui présentaient aussi un passage évident sur le même échantillon, entre la roche intacte et le minéral altéré. J'ai pu déterminer, par l'examen de ces roches, le mode de dé-

composition du péridot et de l'augite qui entrent dans leur composition.

» Je rapporte ici les résultats de quelques-unes des analyses.

1°. *Rhodonite d'Alger.*

A. Partie non altérée.		B. Partie altérée.	
Silice	45,49	Eau	10,14
Protoxyde de manganèse	39,46	Oxygène	8,94
Protoxyde de fer	6,42	Protoxyde de manganèse	43,00
Chaux	4,66	Peroxyde de fer	6,60
Magnésie	2,60	Chaux	1,32
	98,63	Silice gélatineuse	2,40
		Résidu rose identique à A.	27,20
Formule : (Mn. F. Ca. Mg.)S^2.			99,60

» On voit que, par le fait de la décomposition, la silice disparaît avec la chaux et la magnésie; le fer et le manganèse restent à l'état d'hydrates de peroxyde.

2°. *Rhodonite de Saint-Marcel.*

C. Partie non altérée.		D. Partie altérée.	
Silice	46,37	Protoxyde de manganèse	44,71
Protoxyde de manganèse	47,38	Oxygène	4,44
Chaux	5,48	Chaux	0,90
	99,23	Eau	1,10
(Mn. Ca.)S^2.		Silice gélatineuse	8,00
		Résidu rose identique à C.	41,47
			100,62

» La petite quantité de silice gélatineuse trouvée dans l'analyse de la matière D provient d'un commencement d'attaque par l'acide chlorhydrique du résidu rose identique avec le minéral non altéré. Ici la silice et la chaux disparaissent encore par le fait de la décomposition; le protoxyde de manganèse se change en deutoxyde anhydre ou Braunite.

» Le mode de décomposition du rhodonite de Saint-Marcel exprime clairement la formation du minéral dont on a fait depuis longtemps une espèce à part, sous le nom de *marceline*, et qui n'est que de la *braunite* mélangée d'une quantité variable de bisilicate non encore décomposé.

3°. *Bustamite du Mexique.*

» L'échantillon examiné était mêlé d'un peu de calcaire, comme celui dont on doit l'analyse à M. Dumas et la description à M. Al. Brongniart.

	E. Partie non altérée.		F. Partie altérée.	
(Mn.F Ca.Mg)S² { Silice	44,45		Protoxyde de magnésie	55,19
Protoxyde de manganèse	26,96		Oxygène	10,98
Protoxyde de fer	1,15		Eau	10,68
Chaux	14,43		Peroxyde de fer	1,56
Magnésie	0,64		Carbonate de chaux	14,03
Carbonate de chaux	12,27		Silice et quartz	8,53
	99,90			100,97

» La silice et les cinq sixièmes de la chaux ont disparu, le protoxyde de manganèse s'est changé en peroxyde hydraté.

Basalte de Crouset (Haute-Loire).

» Fragment arrondi, compacte et non altéré au centre, décomposé à la surface sur 7 à 8 millimètres de profondeur.

G. Basalte non altéré.		H. Partie altérée.	
Eau	4,9	Eau et matière organique	16,9
Silice et traces de titane	46,1	Silice	36,1
Alumine	13,2	Alumine	30,5
Chaux	7,3	Chaux	8,9
Magnésie	7,0	Magnésie	0,6
Protoxyde de fer	16,6	Peroxyde de fer	4,3
Potasse	1,8	Potasse	0,6
Soude	2,7	Soude	0,9
	99,6	Oxyde de titane	0,6
			99,4

» Si l'on rapporte la composition des deux matières G et H à une proportion constante d'alumine, on trouvera que les deux tiers de la silice, la moitié de la chaux, les neuf dixièmes du fer, les cinq sixièmes des alcalis, les 95 centièmes de la magnésie ont été enlevés; plus des 57 centièmes du poids du basalte ont disparu.

» Le péridot, qui est très-visible dans le balsalte non altéré, disparaît complétement dans la matière décomposée.

Basalte de Polignac (Haute-Loire).

» Roche grisâtre ; aspect un peu terreux ; mélangé d'un peu de fer oxydulé. La surface, sur 1 à 2 millimètres d'épaisseur, est devenue blanche et friable.

I. Basalte non altéré.		K. Basalte altéré.	
Eau	3,7	Eau et matière organique	3,5
Silice	53,0	Silice	58,1
Alumine	18,4	Alumine	22,6
Chaux	6,8	Chaux	2,9
Magnésie	3,5	Magnésie	2,2
Protoxyde de fer	9,5	Peroxyde de fer	4,0
Potasse	2,7	Potasse	2,7
Soude	3,1	Soude	3,3
	100,7		99,3

» En rapportant encore ici la composition de deux parties de la roche à une même proportion d'alumine, on trouve qu'une fraction sensible de la silice a disparu avec près des deux tiers de la chaux, de la magnésie et du fer, et que les alcalis se retrouvent à peu près dans les mêmes proportions dans les deux matières. La décomposition de la partie pyroxénique de la roche paraît avoir précédé, dans ce cas, celle de l'élément feldspathique.

Basalte du Kammer-Bull, près Éger (Bohême).

» La décomposition de cette roche commence par la formation de boules, d'un diamètre quelquefois considérable, qui continuent à s'altérer de leur surface jusqu'au centre. J'ai analysé le basalte intact et la même roche dans deux états différents d'altération :

	L. Basalte intact.	M. Basalte dans la première période de sa décomposition.	N. Basalte dans la deuxième période de sa décomposition.
Eau	4,4	9,5	20,4
Silice et traces de titane	43,4	43,0	42,5
Alumine	12,2	13,9	17,9
Chaux	11,3	12,1	2,5
Magnésie	9,1	7,3	3,3
Peroxyde de fer	3,5	5,4	11,5
Protoxyde de fer	12,1	8,3	»
Potasse	0,8	0,5	0,2
Soude	2,7		
	100,5	99,5	99,3

» En rapportant encore ici la composition de toutes les matières à la même proportion d'alumine, on trouve que, dans la première période de la décomposition, le basalte perd la presque totalité des alcalis, avec de la silice, de la magnésie et du fer. Dans la deuxième période, la majeure partie de la chaux et de la magnésie se séparent, avec une fraction très-notable de la silice et du fer. Le fer qui reste passe en entier à l'état de peroxyde. La pre-

mière période correspond à la décomposition de l'élement feldspathique ou zéolitique du basalte, la seconde à la décomposition de l'augite et du péridot.

» On peut déduire des résultats qui précèdent les deux principes suivants:

» 1°. Dans la décomposition de silicates contenant de la chaux, de la magnésie, des protoxydes de fer et de manganèse sans alumine, on trouve constamment que la silice, la chaux et la magnésie sont éliminées et tendent à disparaître complétement par le fait de la décomposition. Mais tantôt le fer et le manganèse restent dans le résidu de cette décomposition à un état supérieur d'oxydation, tantôt ils disparaissent comme les autres bases.

» 2°. Dans la décomposition de silicates contenant de l'alumine et des alcalis, avec ou sans les autres bases, l'alumine se concentre dans le résidu de la décomposition, en retenant une portion de la silice et fixant une certaine quantité d'eau. Les autres bases sont entraînées avec une grande partie de la silice. Le produit final de la décomposition se rapproche de plus en plus d'un silicate d'alumine hydraté. Ce principe comprend, comme cas particulier, la décomposition du feldspath et sa transformation en kaolin.

» J'examine ensuite, dans mon Mémoire, quelles sont les actions chimiques auxquelles il convient d'attribuer les phénomènes de la décomposition des silicates. Dans les importants travaux publiés sur la formation du kaolin par M. Berthier, M. Forchammer, et en dernier lieu par MM. Al. Brongniart et Malaguti, on a expliqué la décomposition du feldspath par le dédoublement de sa molécule en deux autres, silicate alcalin entraîné par l'eau, et silicate d'alumine restant comme résidu. La soustraction de la silice a été considérée comme la conséquence de la présence de l'alcali. Or, les analyses qui précèdent montrent que des silicates sans alcali peuvent perdre leur silice aussi facilement et plus complétement que les feldspaths. Il faut donc chercher ailleurs la cause de l'entraînement de la silice, et je crois qu'il convient de l'attribuer tout simplement à la solubilité de cette terre à l'état naissant, dans l'eau pure ou dans l'eau chargée d'acide carbonique. Ne la trouve-t-on pas en quantité toujours appréciable, quelquefois fort notable, en dissolution dans les eaux de la plupart des sources, et surtout des sources thermales?

» Plusieurs causes concourent sans doute à produire la décomposition des roches silicatées. L'action simultanée de l'eau, de l'oxygène et de l'acide carbonique (1), les phénomènes de la nitrification, l'action des matières or-

---

(1) En 1833, M. Fournet avait proposé d'expliquer la formation des kaolins par l'action de l'acide carbonique.

ganiques, pendant la croissance ou la décomposition des végétaux, sur les principes minéraux du sol avec lequel elles sont en contact, peuvent être considérés comme les causes les plus actives de cette altération. La chaux, la magnésie, les alcalis seront entraînés à l'état de bicarbonates, de nitrates ou de sels organiques. Le fer pourra être entraîné à l'état de carbonate (eaux minérales), mais le plus souvent il se peroxydera dans la roche elle-même, et le peroxyde de fer produit pourra être subséquemment réduit et dissous par les matières organiques. J'examine avec détail, dans mon Mémoire, ces diverses réactions.

» Quant à l'alumine, elle n'est soluble ni dans l'eau pure ni dans l'eau chargée d'acide carbonique. Elle restera donc comme résidu insoluble de la décomposition, mais en retenant une certaine proportion de silice et formant une *argile*.

» J'aborde ensuite une autre question qui se lie intimement aux considérations qui précèdent. Si l'on compare en effet, d'une manière générale, la composition chimique des terrains stratifiés et celle des roches d'origine ignée, on trouvera dans ces deux cas les mêmes éléments fixes, mais des modes de combinaison essentiellement différents.

» Dans les roches d'origine ignée, on trouve du quartz et des silicates complexes dont les bases sont la potasse et la soude, la chaux et la magnésie, du fer et du manganèse ordinairement à l'état de protoxydes. Toutes les bases se trouvent ici dans le même état de combinaison.

» Dans les formations sédimentaires, nous retrouvons les mêmes éléments; mais les groupements moléculaires sont devenus beaucoup plus simples, et le mode de combinaison, loin d'être le même pour toutes les bases, comme dans les espèces des terrains ignés, est essentiellement variable d'une base à l'autre, suivant l'énergie des affinités de chacune d'elles.

» Nous retrouvons, dans les terrains formés par voie aqueuse, la silice, soit à l'état de quartz, comme dans les grès, les meulières, soit à l'état soluble dans les alcalis, comme dans la *gaise* des Ardennes.

» L'alumine se trouve constamment en combinaison avec la silice et l'eau dans les argiles; la chaux et la magnésie, le plus souvent à l'état de carbonates, quelquefois purs, le plus ordinairement mélangés avec des proportions variables d'argile, dans les calcaires marneux et les marnes. Le fer et le manganèse se trouvent généralement à l'état de suroxydes hydratés, *mêlés* en toutes sortes de proportions avec les groupes moléculaires précédents, mais isolés de toute combinaison avec la silice. Quant aux alcalis, on ne les rencontre plus qu'en faible proportion dans les terrains formés par voie aqueuse.

» Si les terrains de sédiment avaient été produits par une simple désagrégation des roches d'origine ignée, il est évident qu'on retrouverait dans les roches arénacées, les argiles par exemple, les mêmes éléments que dans les premières, dans les mêmes proportions et le même état de combinaison. Or, les argiles sont de véritables combinaisons de silice, d'alumine et d'eau, et elles possèdent des propriétés physiques et chimiques fort différentes de celles qui appartiennent aux silicates des roches ignées. Nous sommes donc en droit d'en conclure que la destruction de celles-ci a été accompagnée, dans la plupart des cas, de la décomposition chimique des minéraux qui les constituaient.

» De plus, si l'on généralise les résultats que j'ai obtenus dans les recherches qui précèdent, on trouvera que la décomposition des silicates complexes des roches plutoniques doit conduire précisément, pour chacune des bases qu'ils contiennent, au mode de combinaison que nous avons rencontré dans les formations sédimentaires. Ce résultat me paraît devoir expliquer avec une grande précision les rapports de composition qui existent entre les deux classes de terrains.

» Il est une autre question fort importante pour l'histoire du globe, et qui se lie aussi d'une manière intime aux recherches que je présente à l'Académie. Je veux parler des modifications qui peuvent être produites dans la composition de l'air atmosphérique, par suite de la formation ou de la décomposition des terrains. Il est aisé de voir que la décomposition des roches d'origine ignée tend constamment à séparer de l'air son oxygène et son acide carbonique, celui-ci par la formation des carbonates alcalins et terreux, l'autre par la suroxydation du fer et du manganèse. Ces causes d'absorption de deux principes si essentiels à la vie organique agissent, il est vrai, avec lenteur; mais il n'est pas douteux que leurs effets, en s'accumulant pendant une longue suite de siècles, ne puissent amener des changements notables dans la composition de notre atmosphère, s'ils n'étaient pas contre-balancés par des phénomènes physiques d'un ordre inverse. C'est par l'examen de ces réactions que je termine ce Mémoire. J'espère montrer, par la discussion des causes qui tendent à modifier la composition de l'air, toute l'importance des actions chimiques auxquelles prennent part les éléments minéraux de l'écorce solide du globe.

» Je me contenterai de signaler ici deux des causes qui me paraissent les plus importantes : les bouches volcaniques projettent constamment dans l'air de l'acide carbonique, comme nous le savons par les recherches de M. Boussingault sur les gaz des volcans des Andes, et par les récits des naturalistes

sur les environs du Vésuve ou d'autres volcans. Cette émission de gaz provient vraisemblablement de la décomposition de carbonates, sous l'influence de roches siliceuses et d'une haute température. S'il en est ainsi, on voit que la formation des silicates complexes des terrains volcaniques fournit à l'atmosphère de l'acide carbonique qui plus tard sera absorbé, solidifié de nouveau dans la décomposition lente qu'ils subiront.

» Quant aux causes qui tendent à restituer à l'atmosphère de l'oxygène emprunté aux éléments minéraux de la surface du globe, je me contenterai d'en indiquer une qui me paraît fort importante, et qui, je crois, n'a pas encore été signalée. On trouve le produit de cette réaction en assez grande abondance dans la plupart des formations sédimentaires pour que l'on soit autorisé à en conclure que sa production a été accompagnée de la mise en liberté d'une grande quantité d'oxygène. Je veux parler de la pyrite de fer. Les faits que je réunis dans mon Mémoire me semblent prouver, aussi clairement que possible, que la formation de ce minéral est due à la réaction des matières organiques en décomposition sur les sulfates alcalins ou terreux contenus dans les eaux marines, en présence de limons ferrugineux. La formule de cette réaction, dans laquelle je ne fais intervenir que le carbone de la matière organique, est la suivante :

$$2.Fe^2O^3 + 8SO^3CaO + 15C = 4FeS^2 + 8CaOCO^2 + 7CO^2.$$

On voit que les huit quinzièmes du carbone de la matière organique se minéralisent et se précipitent à l'état de carbonate de chaux; le reste se trouve restitué à l'atmosphère à l'état d'acide carbonique. Or, les 15 équivalents de carbone avaient abandonné 30 équivalents d'oxygène avant de passer dans l'organisation. Toute cette quantité d'oxygène reste définitivement acquise à l'atmosphère, par suite de la formation de la pyrite, puisque la matière organique se brûle ici par l'oxygène de l'acide sulfurique et du peroxyde de fer. Pour 3000 de pyrite formée ($4FeS^2$), il y a 3000 d'oxygène définitivement acquis à l'atmosphère. On en conclura facilement que tout l'oxygène contenu actuellement dans l'air correspond à peine à 50 centimètres d'épaisseur de pyrite répartie uniformément sur toute la surface du globe. Cette évaluation de la proportion de pyrites contenues dans les roches stratifiées me paraît plutôt au-dessous qu'au-dessus de la réalité. On peut juger, par là, de l'influence que la formation de ce minéral a dû avoir sur la composition de l'air aux diverses époques géologiques.

» La formation de la pyrite de fer peut se continuer encore aujourd'hui sur une grande échelle. On sait, en effet, par les expériences de M. Daniell,

que les eaux des mers intertropicales renferment souvent, tout le long des continents, de grandes quantités d'hydrogène sulfuré formé par la réaction des matières organiques amenées par les fleuves sur les sulfates contenus dans les eaux. Si les fleuves charrient en même temps des limons ferrugineux, toutes les conditions pour la formation de la pyrite au fond de la mer se trouveront réalisées. Une expérience directe qui se continue depuis plusieurs mois m'a déjà prouvé que du sulfure de fer se formait en quantité fort notable dans des circonstances identiques à celles que je viens d'indiquer.

» La composition de notre atmosphère est-elle arrivée à un état permanent d'équilibre, ou bien quel serait le sens de sa variation ? Les moyens d'analyse que nous possédons sont maintenant assez précis pour que nous puissions léguer aux siècles futurs des éléments certains sur cette importante question. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Méthode de correction des éléments approchés des orbites des comètes, au moyen de trois observations; par* M. YVON VILLARCEAU. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Biot, Damoiseau, Binet.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet la correction des éléments des orbites des comètes, au moyen de trois observations, dans le cas où l'inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'écliptique n'est pas très-petite, ou plus généralement lorsque les rayons visuels menés de la Terre à la comète ne font pas un très-petit angle avec le plan de l'orbite. De ce dernier énoncé, il résulte que la méthode dont je vais donner brièvement l'exposé s'appliquerait, malgré la petite inclinaison de l'orbite, si la comète se trouvait dans le voisinage de la Terre aux époques des observations, et aussi qu'elle se trouverait en défaut, malgré la grandeur de l'inclinaison, pour les observations qui seraient faites aux époques où la Terre est très-près des nœuds. La méthode dont il s'agit peut encore être employée très-avantageusement, lorsqu'au lieu de trois observations on considère trois groupes d'observations voisines; j'indique aussi la manière dont on pourrait en faire usage en appliquant la *méthode des moindres carrés* aux équations de condition, si l'on voulait profiter de la facilité avec laquelle se forment les coefficients de ces équations, pour faire concourir au résultat un nombre quelconque d'observations, en avertissant toutefois que ce der-

nier mode de procéder ne me paraît pas assez rigoureux pour satisfaire complétement aux exigences actuelles de l'astronomie.

» Le but que j'ai eu principalement en vue a été d'éviter les *fausses positions*, dont les méthodes de correction dues à Laplace et à Legendre ne sont point entièrement exemptes. Les procédés ordinaires de la différentiation m'ont fourni des expressions simples, des coefficients des équations de condition, qu'il n'est pas nécessaire de calculer avec autant de chiffres significatifs, que les nombres dont les différences concourent à la formation des mêmes coefficients, lorsqu'on est obligé d'avoir recours aux *fausses positions*. J'ai cherché et réussi à éviter la résolution, par tâtonnements, de l'équation transcendante qui lie le temps à l'anomalie excentrique, dans le mouvement elliptique, ou à une auxiliaire analogue dans le mouvement hyperbolique. Il ne sera peut-être pas hors de propos d'ajouter que j'ai aussi appliqué au cas des inclinaisons quelconques un procédé peu différent de celui dont nous nous occupons ici, et fondé sur la considération de l'intersection du rayon visuel, avec la surface de révolution décrite par l'orbite supposée tourner autour du grand axe; je me réserve de produire ultérieurement le résultat de mes recherches sur cette partie du problème. Je termine le Mémoire, par une application numérique de la méthode, à la correction des éléments de la comète découverte par M. Mauvais en juillet 1844. Le résultat du calcul est que les erreurs subsistant entre les trois positions géocentriques observées, et celles calculées au moyen des éléments corrigés par une seule approximation, ne dépassent pas 0",6, malgré des corrections angulaires qui s'élèvent jusqu'à 9'.

Exposé de la méthode.

» Supposons connus, quatre seulement des six éléments de l'orbite: la longitude du nœud ascendant, l'inclinaison, la distance périhélie et l'excentricité. L'époque du passage au périhélie ne devant servir ici que pour distinguer si celle d'une observation lui est antérieure ou postérieure, et distinguer, par suite, le signe de l'anomalie vraie, n'a pas besoin d'être connue avec une grande approximation, d'autant moins que nous sommes obligés d'exclure les observations relatives à des positions de la comète, voisines du périhélie. Ceci posé, nous pourrons calculer, au moyen des données relatives à une observation, l'époque du passage au périhélie, et la distance de celui-ci au nœud ascendant. En effet, la position du plan de l'orbite étant connue par les deux premiers éléments ci-dessus, et la direction du rayon visuel

mené de la Terre à la comète, résultant des données de l'observation; le lieu de la comète sera déterminé par l'intersection de cette droite et du plan. La grandeur et la position du rayon vecteur de la comète en résulteront. L'équation polaire de l'orbite dans son plan donnera l'anomalie vraie au moyen du rayon vecteur, puisque la distance périhélie et l'excentricité sont supposées connues. (On se sert ici de la connaissance approchée de l'époque du passage au périhélie pour fixer le signe de l'anomalie vraie.) La position du périhélie dans le plan de l'orbite se trouve ainsi complétement déterminée. Maintenant, on pourra déduire de l'anomalie vraie l'anomalie excentrique, ou l'auxiliaire analogue du mouvement hyperbolique, et passer, de cette auxiliaire, à la valeur du temps qui sépare l'époque de l'observation, de celle du passage au périhélie, par une équation qui se présente résolue par rapport à ce temps. On voit donc comment on obtiendra les deux éléments inconnus, au moyen des quatre premiers, et se servant des données relatives à une seule observation.

» Pour abréger les énoncés, désignons respectivement par Ω, I, P, E, τ, $(\varpi - \Omega)$, la longitude du nœud ascendant, l'inclinaison, la distance périhélie, l'excentricité, l'époque du passage, et la distance du périhélie au nœud. Si les valeurs des éléments donnés, et les observations, étaient exactes, le calcul indiqué ci-dessus, appliqué à diverses observations, fournirait des valeurs de τ égales entre elles; il en serait de même pour celles de $(\varpi - \Omega)$. (Nous supposons qu'on fasse abstraction des perturbations.) Or, les éléments primitifs n'étant qu'approchés, et les observations affectées d'erreurs, on ne devra point s'attendre à obtenir des valeurs concordantes de τ, ni de $(\varpi - \Omega)$; mais on pourra se proposer de corriger les valeurs des éléments primitifs, de manière à obtenir la concordance de celles des deux derniers. Pour cela, observons qu'en vertu du mode précédent de détermination des valeurs de τ et $(\varpi - \Omega)$, celles-ci sont des fonctions de Ω, I, P, E, ce qui nous permettra de développer leurs accroissements par le théorème de Taylor. Si nous supposons les valeurs primitives assez approchées pour que les puissances et les produits des variations qu'elles auront à subir soient négligeables, nous pourrons mettre les variations de τ et $(\varpi - \Omega)$ sous les formes suivantes:

$$\delta\tau = A\delta\Omega + B\frac{\delta I}{\sin I} + C\frac{\delta P}{P} + G\,\delta E,$$

$$\delta(\varpi - \Omega) = A'\delta\Omega + B'\frac{\delta I}{\sin I} + C'\frac{\delta P}{P} + G'\delta E.$$

» Les coefficients A, A', etc., des seconds membres ont des valeurs déterminées dont nous donnerons ci-dessous les expressions, tandis que les varia-

tions $\delta\Omega$, etc., sont des variations indéterminées dont nous allons disposer pour obtenir la concordance des valeurs variées de τ et de $(\varpi - \Omega)$. Affectons de l'indice 1 les quantités qui se rapportent à la première observation, et de l'indice i celles qui se rapportent à l'une quelconque des autres, nous poserons les équations de condition

$$(\tau_i + \delta\tau_i) - (\tau_1 + \delta\tau_1) = 0,$$
$$[(\varpi - \Omega)_i + \delta(\varpi - \Omega)_i] - [(\varpi - \Omega)_1 + \delta(\varpi - \Omega)_1] = 0,$$

dont l'une établit la concordance des deux époques du passage au périhélie, et l'autre celle des deux distances du périhélie au nœud. Nous supposons, dans ces équations, $\delta\tau$ et $\delta(\varpi - \Omega)$ remplacés par leurs valeurs en fonction de $\delta\Omega$, $\frac{\delta I}{\sin I}$, etc.; on a ainsi deux équations entre quatre inconnues, et l'on voit que si l'on compare, de même, les résultats fournis par une troisième observation avec ceux fournis par la première, on aura deux nouvelles équations, c'est-à-dire autant que d'inconnues. Ces équations étant résolues, et les valeurs des inconnues portées dans celles de $\delta\tau$ et de $\delta(\varpi - \Omega)$, on formera les valeurs $(\tau_1 + \delta\tau_1), \ldots, (\tau_i + \delta\tau_i)$, qui seront égales, et donne- l'époque du passage. On obtiendra, de même, les valeurs concordantes de la distance du périhélie au nœud. Les inconnues $\delta\Omega$, $\frac{\delta I}{\sin I}$, etc., donneront $\delta\Omega$, δI, δP et δE; celles-ci, ajoutées respectivement à Ω, I, P et E, fourniront les valeurs corrigées de ces éléments.

» Sans entrer dans aucun développement analytique, je vais consigner ici les diverses formules que nécessite l'application de la méthode qui vient d'être exposée. Une même quantité pourra avoir plusieurs expressions, entre lesquelles on choisira, suivant les cas, afin d'obtenir les déterminations les plus faciles. Les longitudes, soit de la comète, soit de son périhélie, dans l'orbite, sont supposées égales à Ω augmenté de la distance au nœud ascendant, comptée dans le sens du mouvement héliocentrique de la comète. L'inclinaison varie de 0 à 180 degrés; elle est < 90 degrés dans le mouvement direct, et > 90 degrés dans le mouvement rétrograde. Dans ces mêmes formules, $\delta\Omega$, δI et les différences des valeurs de $(\varpi - \Omega)$ sont considérés comme devant être exprimés en nombres abstraits.

» Soient : à l'instant t d'une observation, α la longitude observée de la comète, corrigée de l'aberration et de la parallaxe, puis de la précession et de la nutation; θ' sa latitude corrigée de l'aberration et de la parallaxe; θ la même latitude corrigée, en outre, d'un terme dû à la latitude solaire; r son rayon vecteur; V son anomalie vraie; v sa longitude dans l'orbite; ρ sa

distance à la Terre; $\odot$ la longitude du Soleil, corrigée de l'aberration, de la précession et de la nutation; R le rayon vecteur terrestre; l la longitude héliocentrique de la comète, qu'on pourra se dispenser de calculer; k le moyen mouvement héliocentrique de la Terre, corrigé du terme introduit par la masse de celle-ci (lorsqu'on prend le jour solaire moyen pour unité de temps, on a $\log k = 8{,}235\,5814$); U une auxiliaire dont la signification géométrique est donnée par la relation $\mathrm{RU} = \rho \cos \theta$.

» On calculera successivement θ, U et r par les formules

$$\theta = \theta' - \frac{\mathrm{R}}{\rho} \cos \theta' \times \text{latit. solaire},$$

$$\mathrm{U} = \frac{\sin(\Omega - \odot)}{\sin(\Omega - \alpha) + \cot \mathrm{I} \tan \theta},$$

$$\frac{r^2}{\mathrm{R}^2} = 1 - 2\mathrm{U}\cos(\odot - \alpha) + \frac{\mathrm{U}^2}{\cos^2 \theta}.$$

» La distance $(v - \Omega)$ de la comète au nœud se déduira de l'une des trois solutions suivantes:

$$\sin(v - \Omega) = \frac{\mathrm{U} \tan \theta}{\frac{r}{\mathrm{R}} \sin \mathrm{I}}, \qquad \begin{cases} \tan(l - \odot) = \dfrac{\mathrm{U} \sin(\odot - \alpha)}{1 - \mathrm{U}\cos(\odot - \alpha)}, \\ \tan(v - \Omega) = \dfrac{\tan(l - \Omega)}{\cos \mathrm{I}}, \end{cases}$$

$$\tan(v - \Omega) = -\frac{\sin(\Omega - \odot)}{\sin(\odot - \alpha) \cot \theta \sin \mathrm{I} + \cos(\Omega - \odot) \cos \mathrm{I}}.$$

» L'équation de l'orbite donnera V au moyen de r, et l'on obtiendra facilement $t - \tau$, et par suite τ, quand l'orbite ne sera pas très-allongée; dans ce dernier cas, je passe de r à $t - \tau$, par les équations

$$\eta = \frac{r}{\mathrm{P}} - 1,$$

$$t - \tau = \pm \frac{\mathrm{P}^{\frac{3}{2}}}{k} \sqrt{\frac{2}{\mathrm{E}}} \sqrt{\eta} \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{1}{4}\left(1 + \frac{1}{3\mathrm{E}}\right)\eta + \frac{1}{4.8}\left(1 + \frac{3}{5\mathrm{E}}\right)\frac{1 - \mathrm{E}}{\mathrm{E}}\eta^2 \\ + \frac{1.3}{4.8.12}\left(1 + \frac{5}{7\mathrm{E}}\right)\left(\frac{1 - \mathrm{E}}{\mathrm{E}}\right)^2 \eta^3 + \text{etc.} \end{array} \right\},$$

ou bien, je calcule $t - \tau$ par la formule

$$t - \tau = \frac{2}{k}\left(\frac{\mathrm{P}}{1 + \mathrm{E}}\right)^{\frac{3}{2}} \tan \frac{1}{2}\mathrm{V} \left\{ \begin{array}{l} 1 + \mathrm{E} + \left(\mathrm{E} - \frac{1}{3}\right)\tan^2 \frac{1}{2}\mathrm{V} - \left(\mathrm{E} - \frac{1}{5}\right)\frac{1 - \mathrm{E}}{1 + \mathrm{E}} \tan^4 \frac{1}{2}\mathrm{V} \\ + \left(\mathrm{E} - \frac{1}{7}\right)\left(\frac{1 - \mathrm{E}}{1 + \mathrm{E}}\right)^2 \tan^6 \frac{1}{2}\mathrm{V} - \text{etc.} \end{array} \right\}.$$

Dans tous les cas, la distance du périhélie au nœud, est

$$(\varpi - \Omega) = (\nu - \Omega) - \mathrm{V}.$$

» Maintenant, τ et $(\varpi - \Omega)$ étant calculés, on déduira les valeurs des coefficients A, B, C, G, qui entrent dans l'expression de $\delta\tau$, des équations

$$\frac{\mathrm{A}}{\cos(\nu - \Omega)} = -\frac{\mathrm{B}}{\sin(\nu - \Omega)} = \frac{\sqrt{\mathrm{P}(1+\mathrm{E})}}{k\mathrm{E}} \frac{r}{\sin \mathrm{V}} \cdot \frac{\frac{\mathrm{U}^2}{\cos^2\theta} - \mathrm{U}\cos(\odot - \alpha)}{\frac{r}{\mathrm{R}}\sin(\Omega - \odot)},$$

$$\mathrm{C} = \frac{\sqrt{\mathrm{P}(1+\mathrm{E})}}{k\mathrm{E}} \frac{r}{\sin \mathrm{V}} - \frac{3}{2}(t - \tau),$$

$$\mathrm{G} = \frac{1}{1-\mathrm{E}}\left[\frac{\mathrm{P}^{\frac{3}{2}}}{k\sqrt{1+\mathrm{E}}}\left(1 + \frac{1}{\mathrm{E}} + \frac{r}{\mathrm{P}}\right)\operatorname{tang}\frac{1}{2}\mathrm{V} - \frac{3}{2}(t - \tau)\right].$$

» Dans le cas des orbites allongées, cette valeur de G, devra être remplacée par la série

$$\mathrm{G} = \frac{1}{k}\left(\frac{\mathrm{P}}{1+\mathrm{E}}\right)^{\frac{3}{2}} \operatorname{tang}\frac{1}{2}\mathrm{V}\left\{\begin{array}{l} 1 + \frac{1}{\mathrm{E}} + \operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\mathrm{V} + \left(1 - 4\frac{1-\mathrm{E}}{1+\mathrm{E}}\right)\frac{\operatorname{tang}^4\frac{1}{2}\mathrm{V}}{5} \\ - \left(2 - 5\frac{1-\mathrm{E}}{1+\mathrm{E}}\right)\frac{1-\mathrm{E}}{1+\mathrm{E}}\,\frac{\operatorname{tang}^6\frac{1}{2}\mathrm{V}}{7} \\ + \left(3 - 6\frac{1-\mathrm{E}}{1+\mathrm{E}}\right)\left(\frac{1-\mathrm{E}}{1+\mathrm{E}}\right)^2\frac{\operatorname{tang}^8\frac{1}{2}\mathrm{V}}{9} - \text{etc.}\end{array}\right\}.$$

» Les coefficients de $\delta(\varpi - \Omega)$, ont pour expressions

$$\mathrm{A}' = k\sqrt{\mathrm{P}(1+\mathrm{E})}\,\frac{\mathrm{A}}{r^2} - \frac{1 - \mathrm{U}\cos(\odot - \alpha)}{\frac{r}{\mathrm{R}}\sin(\Omega - \odot)}\sin(\nu - \Omega),$$

$$\mathrm{B}' = -(\mathrm{A}' + \cos \mathrm{I})\operatorname{tang}(\nu - \Omega),$$

$$\mathrm{C}' = \frac{\mathrm{P}(1+\mathrm{E})}{\mathrm{E}r\sin \mathrm{V}}, \qquad \mathrm{G}' = \frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}\mathrm{V}}{\mathrm{E}(1+\mathrm{E})}.$$

» La valeur ci-dessus de B′, prend la forme $\frac{0}{0}$, pour $(\nu - \Omega) = \pm 90°$; aux environs de cette position de la comète, il est indispensable de calculer

B′ par la formule suivante :

$$B' = k\sqrt{P(1+E)}\,\frac{B}{r^2} + \frac{\sin(\odot - \alpha)\cos I - \cos(\Omega - \odot)\operatorname{tang}\theta \sin I}{\frac{r}{R}[\sin(\Omega - \alpha) + \cot I \operatorname{tang}\theta]}\sin(\nu - \Omega);$$

on peut alors tirer A′ de l'équation

$$A' = -\cos I - B' \cot(\nu - \Omega).$$

» Je terminerai ce rapide exposé en disant comment devraient être modifiées les équations de condition relatives à l'époque du passage, dans le cas où l'on serait tenté d'appliquer la *méthode des moindres carrés*, malgré le défaut de rigueur qu'elle présente dans le circonstance actuelle. Soit Θ l'époque corrigée du passage au périhélie, chaque observation fournira une équation de la forme

$$\Theta - (\tau_i + \delta\tau_i) = 0.$$

» Pour rendre comparables les erreurs de temps, aux erreurs angulaires de l'espèce de $(\varpi - \Omega)$, il faudrait multiplier les diverses équations, telles que la précédente, par le facteur variable $\frac{k\sqrt{P(1+E)}}{r_i^2}$, et les équations de condition relatives à la concordance des valeurs de l'époque du passage au périhélie, deviendraient

$$\frac{k\sqrt{P(1+E)}}{r_i^2}[\Theta - (\tau_i + \delta\tau_i)] = 0.$$

» C'est à ces équations, jointes à celles relatives aux distances du périhélie au nœud, et contenant, de plus que les précédentes, la nouvelle inconnue Θ, que s'appliquerait alors la *méthode des moindres carrés.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur l'origine des météores ignés, sur leur composition et sur les phénomènes qui accompagnent la chute des aérolithes; par* M. VALLET D'ARTOIS.

(Commissaires, MM. Arago, Pouillet, Babinet.)

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Description d'un moyen économique propre à rendre réfractaires les argiles communes; par* M. GAFFARD fils.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Berthier, Regnault.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Échantillons de zinc tréfilé.* (Note de M. **Boucher.**)

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Berthier, Dumas, Regnault.)

« On avait souvent essayé de tréfiler le zinc; on n'avait pu y parvenir, les fils obtenus se rompant à peu près comme le verre.

» Après quelques essais, j'ai été plus heureux que mes devanciers, et je suis parvenu à faire des fils de zinc de tous les diamètres d'une très-grande souplesse, présentant toutes les qualités d'un excellent fil métallique. On connaît les propriétés du zinc; les fils de zinc que j'obtiens sont donc destinés à rendre quelques services. Partout où une tension très-grande n'est pas indispensable, les fils de zinc peuvent être substitués avec avantage aux fils de fer, de cuivre et de laiton. Les usages auxquels on emploie le fil de zinc sont importants, leur nombre s'accroît tous les jours; voici les principaux : toutes les espèces de grillages, toutes les espèces de treillages, les toiles métalliques, les fils pour l'horticulture, les agrafes, les pointes pour bois tendres, les cordes pour blanchisseries. Peut-être pourra-t-on aussi les employer pour les télégraphes électriques et les cordes des paratonnerres. Ils conviennent enfin pour tous les usages où l'air et la main de l'homme peuvent amener sur les fils métalliques ordinaires une oxydation désagréable ou dangereuse.

» Quant aux prix des fils de zinc, il importe d'observer que le prix de ce métal a doublé pendant ces dernières années, et que, malgré cette augmentation, je suis parvenu à livrer au commerce des fils de zinc au-dessous des prix du fil de fer galvanisé, et de 40 pour 100 au-dessous des prix du fil de laiton. »

M. **Aubert** adresse une Note concernant les *machines à vapeur,* dans la construction desquelles il propose d'introduire une modification qui aurait, suivant lui, pour résultat de diminuer les pertes de force, et de prévenir certaines chances d'explosion.

(Renvoi à la Commission des machines à vapeur.)

M. **Grenier** adresse une nouvelle Note relative au moyen qu'il a proposé pour *prévenir le déraillement de véhicules* marchant sur les chemins de fer.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Vallade**, en adressant un Mémoire imprimé sur les mesures législatives qu'il conviendrait de prendre pour *assurer à tous les sourds-muets de la*

France le bienfait de l'éducation, demande que ce Mémoire soit admis à concourir pour le prix concernant les Arts insalubres.

La Commission des Arts insalubres sera appelée à se prononcer sur cette demande.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi de la terre comme conducteur par le télégraphe électrique.* (Lettre de M. CH. MATTEUCCI à M. *Arago*.)

« J'espère que vous lirez avec quelque intérêt les nouvelles expériences que je viens de tenter encore une fois sur l'emploi de la terre comme conducteur télégraphique. Peut-être cette Lettre vous arrivera-t-elle au moment où vous exécutez vos grandes expériences à Paris, et assez à propos pour faire sur une large échelle ce que je suis forcé de faire en petit. Les expériences de M. Magrini m'ont paru si extraordinaires, et conduire à des résultats si nouveaux pour la science, que j'ai commencé par répéter ces expériences, en employant, pour l'isolement du fil, tout le soin possible. J'ai de nouveau tiré mon fil de cuivre, n° 8, du commerce, sur une des grandes routes du parc du Grand-Duc, près de Pise. Les pieux en bois sec avec lesquels je soutiens le fil ont été entièrement couverts de dix couches de vernis à l'essence de térébenthine, et laissés pendant plusieurs jours au soleil. Ces pieux sont fixés dans le sol, à la distance de 8 à 10 mètres les uns des autres; il faut avoir soin de ne pas laisser ces pieux étendus par terre avant de les fixer. La longueur de fil que j'ai tendu était de 1 740 mètres. Chaque pieu étant haut de $1^{m},50$, le fil est élevé au-dessus du sol au moins de 1 mètre. Il faut parcourir toute la ligne avant de commencer l'expérience, pour bien s'assurer que le fil n'est touché en aucun point par des corps plus ou moins conducteurs qui communiquent avec la terre. Pour m'assurer de l'isolement, j'ai fait une première expérience en interrompant le fil près d'une de ses extrémités, et en introduisant un galvanomètre et une pile de quatre éléments de Bunsen, chargée avec de l'eau légèrement acidulée. Par excès de précaution, le galvanomètre et la pile posent sur une lame de verre couverte de vernis. Le galvanomètre employé était à fil long et avec un système astatique parfait. C'est un galvanomètre de M. Rumkorf que j'emploie dans mes expérience d'électricité animale. L'aiguille est restée parfaitement à zéro. En opérant à l'air, il faut mettre le galvanomètre à l'abri du vent, et, pour essayer l'isolement du fil, afin de ne pas donner des secousses au galvanomètre, il est bon de tenir

le galvanomètre réuni au fil, et d'introduire ou d'enlever la pile, en faisant plonger dans le liquide et en l'en retirant, le dernier zinc soutenu par un manche isolant. Du reste, quand on a tenté quelques expériences de ce genre, on s'habitue bientôt à toutes les précautions nécessaires, de quelque manière qu'on veuille les varier.

» L'isolement était donc parfait dans mon fil. En le faisant toucher par des mains bien essuyées en deux points différents entre lesquels se trouvent le galvanomètre et la pile, aussitôt l'aiguille était poussée vers 90 degrés. Dans une de mes expériences, on avait, par mégarde, jeté les pieux sur la terre, qui était encore un peu humide par la rosée, avant de les planter et de tendre le fil. Il ne me fut plus possible d'avoir l'isolement. Après m'être assuré de l'isolement de mon fil de la manière décrite, j'ai ôté la pile en laissant le galvanomètre. A une des extrémités du fil, j'ai lié une plaque de zinc, que j'ai descendue dans l'eau d'un fossé, jusqu'à la plonger entièrement, en la soutenant avec une corde. Je répète que, par excès de précaution, tout était isolé, c'est-à-dire que la portion du fil qui descendait dans l'eau ne touchait pas le sol avant d'arriver à l'eau, et que la plaque de zinc était soutenue par une ficelle isolante. On avait ainsi une plaque de zinc dans l'eau, réunie à un fil de cuivre long de 1 740 mètres, et parfaitement isolé du sol. Le galvanomètre faisait partie du fil conducteur et se trouvait placé à l'extrémité qui terminait avec la lame. Il y a des précautions à observer pour que l'expérience puisse être exacte. Ainsi, si le fil qui communique avec la plaque est déjà réuni au galvanomètre, et si, en prenant l'autre bout du fil avec la main, on vient à toucher l'autre extrémité du galvanomètre, on a un courant qui dure pendant tout le temps que l'on tient ce bout de fil à la main. De cette manière, le circuit est complété avec l'eau, la terre, le corps de l'observateur, le fil de cuivre, le galvanomètre et la plaque de zinc. Le courant cesse aussitôt qu'on cesse de toucher le fil avec la main. Pour ne pas obtenir ce courant, il faut commencer par réunir le bout du long fil en cuivre isolé avec une des extrémités du galvanomètre, et puis réunir avec l'autre extrémité le fil qui va à la plaque. De même, on n'obtient aucune trace de courant en opérant de la première manière, en tenant le bout du long fil avec un manche isolant. Au lieu de la plaque de zinc, j'en ai mis une de fer, et puis une de cuivre, et puis une d'étain, et puis une d'argent : jamais il n'y a eu aucune trace sensible de courant. Il est donc bien prouvé qu'un fil de cuivre parfaitement isolé du sol, long de 1 740 mètres, et terminé, à une extrémité, dans l'air, et à l'autre, avec une lame métallique quelconque plongée dans

l'eau d'un puits ou d'un fossé, n'est jamais parcouru par un courant, sensible au galvanomètre très-délicat que j'ai décrit.

» J'ignore les modifications qui peuvent être apportées à cette conclusion, en employant un fil long de plusieurs kilomètres, mais il me semble que l'on peut les prévoir. Dans la disposition précédente, on obtient tout de suite le courant, pourvu qu'un corps quelconque en communication avec le sol touche le fil; seulement on voit l'intensité du courant varier avec la conductibilité du corps que touche le fil. Je rapporterai ici un résultat qui me semble assez important pour guider l'expérimentateur. J'ai déjà cité le cas des pieux qui avaient été jetés sur le sol encore couvert de rosée; en employant ces pieux, on avait des signes de courant avec la disposition que j'ai décrite, c'est-à-dire avec la lame métallique plongée dans l'eau. Dans une autre expérience, l'isolement était parfait au commencement; puis, la pluie étant venue, l'isolement n'était plus parfait, comme on devait s'y attendre, et alors les signes du courant ont commencé et ont persisté. Voyons maintenant la direction du courant. Lorsque c'est une plaque de zinc, ou de fer, ou d'étain, qui plonge dans l'eau, le courant est dirigé de manière à entrer dans le galvanomètre du long fil, c'est-à-dire qu'il va comme il doit aller, du zinc à l'eau, à la terre, au fil par les pieux mouillés, comme il entre dans le fil par le corps de l'observateur, quand on fait l'expérience avec le fil isolé. En employant une lame d'argent plongée dans l'eau, le courant a la direction contraire, c'est-à-dire qu'il entre dans le galvanomètre par le fil qui est réuni à la lame d'argent. Il est clair que, dans ce cas, c'est le fil de cuivre qui est attaqué par l'eau qui mouille les pieux, et qui va de là au sol, à l'eau, à la lame d'argent. On peut faire très-bien cette expérience, lorsque le fil est parfaitement isolé. Qu'on ait une lame en argent ou en platine plongée dans l'eau, et qu'on touche le fil avec les mains mouillées d'eau pure, ou légèrement salée, alors le courant sera dirigé, comme précédemment, du fil de cuivre à l'observateur, au sol, à l'eau, à la lame d'argent. Tous ces résultats sont parfaitement simples, faciles à prévoir du reste, et d'accord avec nos connaissances. Enfin, voici ce qu'on obtient quand c'est une plaque de cuivre qui plonge dans l'eau : soit avec les pieux mouillés, soit en touchant le fil avec la main, les signes du courant sont très-faibles; mais on peut dire que la direction du courant est toujours comme si le fil, au lieu de la plaque, était attaqué par le liquide. En opérant avec le fil parfaitement isolé, et en le touchant avec la main mouillée d'eau légèrement acidulée, le courant est fort et dirigé du fil à main, ainsi que cela doit être. Pour s'expliquer le cas des pieux mouillés, il faut donc admettre qu'il y a plus de surface de cuivre en contact avec le liquide dans la somme des

points du fil qui touche les pieux, qu'il n'y en a dans la lame qui plonge dans l'eau; ce qui est bien possible dans mon cas, car je n'avais pour toutes mes lames qu'un demi-mètre carré de surface.

» Venons maintenant à une autre expérience très-simple, et qui semble aussi très-importante pour la télégraphie électrique. Mon fil, long de 1 740 mètres, parfaitement isolé, est terminé par deux lames en fer-blanc plongées dans l'eau de deux fossés, qui sont à la distance à peu près de la longueur du fil; les deux fossés ne communiquent pas directement ensemble. J'avais dans le circuit la pile de quatre couples de Bunsen, et le galvanomètre comparable de Nobili. Dans une première expérience, la pile et le galvanomètre étaient à côté l'un de l'autre, à une des extrémités du fil; dans une seconde expérience, la pile est restée en place, et le galvanomètre a été porté à l'autre extrémité. L'aiguille s'est fixée à 27 degrés exactement dans les deux cas, ce qui prouve le parfait isolement du fil; alors j'ai fait enlever tous les pieux, et le fil a été étendu dans toute sa longueur sur la terre couverte de gazon. L'aiguille du galvanomètre s'est fixée également à 27 degrés comme précédemment, soit que le galvanomètre fût à côté de la pile, soit qu'il fût à l'autre extrémité. On voit donc que l'isolement a été parfaitement inutile dans cette expérience, et que le courant a été transmis de la même manière par le circuit mixte, soit que le fil en cuivre fût isolé, soit qu'il ne le fût pas. Il ne faut pas croire pour cela que la chose fût la même avec des circuits plus longs, comme je l'ai déjà trouvé dans mes premières expériences, et dans des localités dans lesquelles le terrain fût moins humide.

» Peut-être suffirait-il pour certaines longueurs, ne voulant pas isoler le fil, de l'employer d'un diamètre plus grand. Ce qui est certain et ce qui résulte de mes premières expériences, de celles faites à Milan, de la plus grande, faite dernièrement en Angleterre à la distance de 88 milles avec plusieurs milles en terre, et de la dernière expérience que je viens de rapporter, c'est que la résistance d'un circuit mixte, fil et terre, est moindre que celle du circuit de la même longueur tout en fil de cuivre. Cela n'empêche pas qu'en faisant une suite d'expériences dans lesquelles on introduit des longueurs très-grandes et variables de terre, il est possible qu'on parvienne à trouver la résistance de la terre, ce que je n'ai pas trouvé en opérant sur des longueurs qui n'ont jamais dépassé 2 000 mètres. M. Magrini, en opérant sur des longueurs de plusieurs kilomètres, a trouvé cette résistance, et il donne pour l'équivalent de 1 kilomètre de terre, 273 mètres de son fil en cuivre; mais il serait à désirer que ces expériences fussent répétées et que les conclusions fussent déduites de différences plus grandes dans les dévia-

tions de l'aiguille du galvanomètre. En effet, je trouve décrites dans le Mémoire, en italien, de M. Magrini, les expériences suivantes. Son circuit était composé de 4 kilomètres de fil et de 1 kilomètre de terre, et puis de 2, de 3 et, enfin, de 4 kilomètres de terre. Les déviations moyennes qu'il rapporte dans ce Mémoire sont les suivantes : $22\frac{5}{8}$, $21\frac{11}{16}$, 21, 20. Je ne sache pas qu'en lisant le galvanomètre on puisse répondre d'une fraction de degré, lorsque l'aiguille, même sur le cadran ordinaire, a un diamètre plus grand que l'intervalle de 1 degré. Je persiste donc, jusqu'à ce que de nouvelles expériences m'aient fait changer d'opinion, à regarder la résistance de la terre pour le courant électrique comme nulle ou presque nulle, excepté celle qu'on rencontre au premier passage ou changement de conducteur, qui est constante, quelle que soit la distance entre les deux puits. Le résultat singulier auquel j'étais parvenu l'an passé, c'est-à-dire que dans un circuit mixte, fil et terre, dans lequel il y a au moins 2000 mètres de terre, la résistance serait moindre que celle due au seul fil de cuivre, a été vérifié de nouveau dans la même localité; je l'ai trouvé et je le trouve si singulier, que j'invoque encore de nouvelles expériences à ce sujet. Il est bien possible que l'effet soit dû à un faible courant qui persiste toujours, développé par les deux lames extrêmes et qui circule avec celui de la pile.

» Venons enfin aux essais que j'ai tentés pour établir un télégraphe électrique entre deux points séparés entre eux par la mer comme serait par exemple le cas de Douvres à Calais. Il est impossible d'imaginer seulement de tendre en l'air un fil de cuivre à cette distance. Je crois la chose possible, quoique immensément difficile, si l'on laisse aller le fil dans l'eau. J'ai fait, à travers l'Arno, une expérience, à la vérité comparativement très-petite, mais cependant du même genre. Je choisis deux puits aux deux bords de l'Arno; une lame métallique plonge dans l'eau de chaque puits et est réunie à un fil en cuivre qui arrive isolé du sol jusqu'au point où il plonge dans l'eau. Je me tiens sur un des bords avec un galvanomètre introduit dans le fil, et j'ai un faible courant développé entre la lame et le fil qui plonge dans la rivière; je fais introduire la pile de quatre éléments de Bunsen dans le fil du bord opposé, et à l'instant l'aiguille est poussée à 90 degrés. Il est donc évident qu'au moins une partie du courant circule dans le fil de cuivre plongé dans la rivière et revient par le sol interposé entre les deux puits. Dans une autre expérience, une pile de Faraday de quinze éléments est plongée au milieu de la rivière, et ses deux pôles extrêmes sont réunis avec deux fils aux lames qui plongent dans les deux puits. Lorsque la pile ne plonge pas dans la

rivière, le galvanomètre indique un faible courant dont nous connaissons l'origine.

» Quand la pile est plongée, l'aiguille va à 90 degrés, et toujours le circuit se complète par la terre comprise entre les deux puits.

» Si l'on voulait étendre ces résultats au cas de Douvres à Calais, des difficultés énormes se présenteraient; mais les deux grandes nations que la Manche sépare savent bien en vaincre d'autres. Je dois ajouter aussi que mes expériences sont faites dans des conditions très-défavorables, et je mettrai en première ligne la communication directe entre l'eau de mes puits et celle de la rivière.

» Enfin, jè veux vous communiquer encore un projet qui présente moins de difficultés que le précédent, mais qui a, du moins en apparence, beaucoup moins de chances de succès que le premier. Imaginez deux arcs métalliques isolés du sol, et les extrémités de chacun de ces arcs terminées par de grandes plaques métalliques. Les deux plaques les plus rapprochées de ces deux arcs plongent dans le même liquide, qui peut être l'eau d'un bassin, une rivière ou la mer; les deux autres plaques plongent dans l'eau de deux puits ou sont couchées sur le sol; enfin, l'un des arcs est interrompu par la pile, l'autre par un galvanomètre qui en font partie. J'ai fait l'expérience dans un bassin de 3 mètres de diamètre, et l'expérience a réussi; c'est-à-dire qu'en fermant le circuit de la pile, l'aiguille est allée à 90 degrés, et le circuit se faisait évidemment à travers l'eau du bassin, d'une part, et le sol, de l'autre. Évidemment, pour que cela réussisse, il faut imaginer qu'entre les deux lames du même arc, interrompu par la pile, la résistance soit plus grande que celle de toute la couche de la terre qui sépare les deux puits. C'était bien le cas de mon bassin, qui n'était pas profond et qui était bâti en briques. L'expérience a manqué quand, au lieu du bassin, j'ai interposé le fleuve de l'Arno. Conclurons-nous, d'après cela, qu'il serait impossible que cela réussît à travers la mer? je n'oserais pas l'assurer d'une manière absolue. Imaginez donc deux puits à une assez grande distance des bords de la mer, séparés même de ses bords par une chaîne de montagnes, si cela est possible; faites ces puits très-profonds, entourez-les jusqu'en bas par des briques presque isolantes, ayez égard à la bonne conductibilité de l'eau de la mer, et, si je ne me fais pas une énorme illusion en ce moment, il me semble permis de conserver quelque espoir.

» Ce n'est qu'à raison de la grandeur du résultat que l'on obtiendrait que j'ai la confiance d'être excusé, par vous et par le monde savant, d'avoir rendu public un projet qui a bien les apparences d'un rêve, mais que je désire de tout mon cœur voir se réaliser. »

CHIMIE. — *Note sur le dosage de l'azote dans les matières organiques;* *par* M. MELSENS.

« Une longue habitude des dosages d'azote m'a appris que, lorsqu'on veut doser ce corps d'une manière absolue, dans les matières qui en contiennent peu, dans celles qui sont d'une combustion difficile ou pour lesquelles on ne peut contrôler ses résultats, etc., il faut prendre des précautions que la facilité avec laquelle s'exécute l'analyse organique a sans doute fait négliger souvent dans ces dernières années.

» Je n'ai rien changé à la méthode qui est généralement employée en France, et je dirais même qu'il suffit de s'astreindre rigoureusement au procédé décrit dans le cinquième volume de la *Chimie* de M. Dumas pour obtenir des résultats nets. Les chimistes qui ont des dosages d'azote à faire me sauront gré, je l'espère, d'avoir publié les quelques observations qui suivent.

» Le carbonate de plomb, qu'on employait jadis pour balayer l'air de l'appareil, a été remplacé par le bicarbonate de soude.

» Il faut préparer ce corps soi-même, ou bien il faut s'assurer, quand on fait usage de celui du commerce, que dans une combustion faite à vide il ne produit aucun gaz non absorbable par la lessive de potasse.

» La matière qu'il s'agit d'analyser doit être broyée avec un soin extrême avec de l'oxyde de cuivre préparé par la décomposition du nitrate de cuivre.

» La décomposition du nitrate de cuivre doit se faire à une température peu élevée; quand on s'en est procuré une certaine quantité, il faut, par une combustion simulée à vide, s'assurer qu'il ne cède pas de gaz non absorbable par la potasse, et pouvant provenir de la décomposition du sous-nitrate qui le souillerait.

» Quand je fais une série de dosages, je me prépare tous les matériaux nécessaires: cuivre métallique réduit par l'hydrogène, oxyde grossier fait au moyen de planures grillées, oxyde fin par la décomposition du nitrate, bicarbonate de soude. Je simule une combustion avec ces matériaux soit à vide complétement, soit en introduisant $0^{gr},300$ ou $0^{gr},400$ de sucre candi dans le tube à combustion. Avec des matériaux bien préparés, on obtient $\frac{1}{2}$ ou $1\frac{1}{2}$ centimètre cube de gaz que la potasse n'absorbe pas. Dans la plupart des cas, cette cause d'erreur peut se négliger.

» On obtient toujours 3 ou 4 dixièmes de centimètre cube de gaz non absorbable par la potasse dans les combustions à vide, même en prenant la précaution de faire le vide plusieurs fois dans l'appareil rempli d'acide car-

bonique, et en balayant longtemps avec l'acide carbonique avant de le recevoir dans l'éprouvette à potasse.

» Dans les quelques exemples que je cite ici, ces expériences préliminaires ont toujours été faites.

» Voici, pour la sciure de bois par exemple, lorsqu'on n'est par prévenu, jusqu'où peuvent aller les différences qu'on observe dans diverses opérations, faites sur la même matière :

» 1gr,063 de sciure de bois ont été mélangés intimement avec de l'oxyde du nitrate; l'analyse donne Az = 1,01.

» 0gr,627 de la même sciure ont été mélangés intimement avec de l'oxyde de cuivre provenant de la calcination de planures de cuivre; cet oxyde a été finement pulvérisé avant son mélange avec la sciure; l'analyse donne Az = 0,28.

» Il ne faut pas décomposer le nitrate de cuivre à une température trop élevée; voici un exemple de la différence qu'on peut obtenir dans ce cas :

» 1gr,260 d'une autre sciure de bois mélangée avec de l'oxyde fin donnent Az = 0,94.

» 1gr,024 de la même sciure broyée avec le même oxyde, mais préalablement chauffé de façon à le rendre un peu cohérent, donnent Az = 0,53.

» Ces résultats ne doivent être regardés que comme approximatifs.

» On voit, par ces deux exemples auxquels je pourrais en joindre beaucoup d'autres, que, par exemple, la valeur d'un engrais déterminé par l'une ou par l'autre méthode varierait trop pour laisser l'agriculture dans ce doute, aujourd'hui que le dosage de l'azote dans les engrais est devenu une opération industrielle; puisqu'on n'en apprécie la valeur que par l'azote qu'ils contiennent. L'agriculture a le droit d'attendre des chimistes une méthode rigoureuse.

» S'agit-il de doser l'azote dans les matières albuminoïdes, on retrouve des différences notables dans des opérations faites sur la même matière, mais entourées de plus ou moins de soin.

» Je prends la fibrine pour exemple:

» Les moyennes des analyses présentées par M. Scherer donnent 15,8 pour 100 d'azote (par le procédé de MM. Will et Varrentrapp).

» D'après M. Mulder, elle est de 15,7 (procédé de M. Gay-Lussac).

» MM. Dumas et Cahours ont trouvé en moyenne 16,6 pour 100, et au maximum 17 pour 100.

» En prenant la précaution d'avoir des mélanges très-intimes, m'assurant que l'excès de gaz que me donnaient mes analyses ne pouvait provenir d'aucun des matériaux employés, et faisant, du reste, l'analyse eudiométrique

de l'azote obtenu, la moyenne de mes analyses me donne 17,7 pour 100 d'azote.

» Je prends des tubes de $1^m,10$ à $1^m,25$ pour les dosages d'azote. Les matières y sont disposées de la manière suivante : carbonate de soude, 10 centimètres environ ; oxyde grossier, 20 centimètres, matière broyée avec l'oxyde du nitrate, puis délayée avec de l'oxyde grossier, 30 centimètres; oxyde grossier, 30 centimètres; cuivre métallique, 20 centimètres. On tasse le tout en imprimant des secousses au tube.

» La portion du tube qui contient l'oxyde et la matière à brûler est maintenue à la température la plus élevée que supportent les tubes. Celle qui correspond au cuivre métallique est maintenue au rouge sombre. Cette dernière précaution m'a semblé éviter complétement la formation du bioxyde d'azote.

» L'état de cohésion des matières albuminoïdes intervient, sans doute, dans la manière dont la combustion s'opère dans l'atmosphère d'acide carbonique qui remplit le tube à combustion.

» Je cite encore un exemple:

» D'après M. Mulder, la portion de la fibrine qui ne se dissout pas dans l'eau bouillante renferme 14,8 pour 100 d'azote.

» D'après MM. Dumas et Cahours, la quantité d'azote s'élve à 16,0 pour 100 environ.

» Mes nombres diffèrent complétement de ceux-ci. Je trouve, comme moyenne de neuf analyses provenant de deux préparations, 19,5 pour 100 d'azote. Toutefois je dois ajouter que les phénomènes qui se passent dans l'ébullition de la fibrine avec l'eau méritent une étude plus approfondie que celle que j'en ai faite.

» D'autres matières albuminoïdes m'ont donné des résultats sensiblement différents de ceux admis aujourd'hui.

» J'ai fait des essais pour brûler les matières organiques azotées avec d'autres comburants; ils trouveront leur place ailleurs.

» Si, parmi les précautions que j'indique, il y en a qui paraissent exagérées, les expérimentateurs en feront bon droit.

» M. Dumas m'a engagé à reprendre à fond cette question si importante du dosage de l'azote, soit dans les matières de l'économie, soit dans celles que l'industrie agricole emploie comme engrais.

» J'espère que, guidé par ses bienveillants conseils, je pourrai soumettre sous peu au jugement de l'Académie le résultat de cette recherche. »

CHIMIE. — *Sur l'identité chimique de l'essence d'estragon et de l'essence d'anis ; par* M. CHARLES GERHARDT. (Extrait.)

« Dans un Mémoire publié il y a deux ans (*), j'ai avancé que les acides qui se forment par l'action de l'acide nitrique sur l'essence d'anis ou de fenouil étaient identiques avec ceux qu'on obtient dans les mêmes circonstances, en opérant sur l'essence d'estragon. Dans mon opinion, la série anisique et la série draconique devaient donc se confondre en une seule.

» Cette identité a été confirmée depuis par les nouvelles analyses de M. Laurent.

» Elle a dû nécessairement me conduire à examiner si les réactions de l'essence d'estragon se confondraient encore, dans d'autres cas, avec celles de l'essence d'anis; et si, en un mot, ces deux essences ne seraient que des variétés physiques d'une seule et même substance. Les résultats suivants prouveront que ma supposition était parfaitement exacte.

» Les premières analyses de l'essence d'estragon ont été faites par M. Laurent. Mes nouveaux résultats s'accordent, en général, avec ceux de ce chimiste; mais ils prouvent aussi que cette essence est presque exclusivement composée d'une substance oxygénée qui présente la même composition et le même mode de condensation que l'essence d'anis. Cette substance oxygénée n'y est mélangée que d'une très-petite quantité d'un corps hydrocarboné; car, en analysant l'essence brute ou les premières portions de la distillation, on n'obtient qu'un léger excès de carbone et d'hydrogène sur les nombres exigés par le calcul et fournis par l'analyse des dernières portions.

» Les combustions par l'oxyde de cuivre conduisent à la formule

$$C^{10}H^{12}O = 2 \text{ volumes de vapeur,}$$

qui est celle de l'essence d'anis; d'ailleurs, l'essence d'estragon présente aussi la même particularité signalée par M. Cahours dans la densité de la vapeur de cette dernière. Ce chimiste a démontré, en effet, qu'il faut prendre cette densité à une température supérieure au moins de 100 degrés au point d'ébullition de l'essence, si l'on veut obtenir un nombre qui ne s'éloigne pas trop du nombre calculé; le résultat se rapproche d'autant plus du calcul, que la densité a été prise à une température plus élevée. L'essence d'estragon bout à 206 degrés; j'ai obtenu, à 289 degrés, pour D = 5,39; à 306 degrés, D = 5,28;

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome VII, page 181.

le calcul exige 5,11. M. Laurent avait obtenu le nombre 6,157; cette détermination a dû être faite à 230 degrés environ; car, à 245 degrés, M. Cahours a obtenu, pour l'essence d'anis, le nombre 5,93.

» La formule précédente rend parfaitement compte de la transformation de ces essences en acide anisique ou draconique $C^8H^8O^3$; cette métamorphose étant accompagnée d'une production d'acide oxalique, comme l'a déjà constaté M. Laurent, on a

$$C^{10}H^{12}O + O^6 = C^8H^8O^3 + C^2H^2O^4.$$

» D'après cela, ces deux essences ne sont que deux variétés physiques d'un seul et même composé. On sait que l'essence d'anis ou de fenouil se concrète par le froid, tandis que l'essence d'estragon reste liquide, même au-dessous de 0°; l'odeur de ces deux essences est d'ailleurs aussi un peu différente. Mais on peut les transformer toutes deux en trois autres variétés physiques, dont l'une reste liquide dans les circonstances ordinaires et même par un grand froid, et dont les deux autres ne se liquéfient qu'à une température bien supérieure à 100 degrés.

Action de l'acide sulfurique et des chlorures sur les essences d'estragon et d'anis.

» Il arrive fort souvent que des substances changent de propriétés physiques au moment d'être séparées de leurs combinaisons. Telle est, par exemple, l'essence de térébenthine qui, versée goutte à goutte dans l'acide sulfurique concentré, s'y combine en produisant un liquide rouge; l'eau étant ajoutée à ce produit, l'essence de térébenthine s'en sépare, mais elle n'a plus la même odeur, ne dévie plus le plan de polarisation et présente bien plus de stabilité que l'essence primitive.

» J'ai fait éprouver à l'essence d'estragon une semblable modification moléculaire, à l'aide de certains chlorures et de l'acide sulfurique concentré. Ces agents se combinent avec l'essence d'estragon, comme ils le font avec l'essence d'anis, et, suivant les circonstances dans lesquelles on défait la nouvelle combinaison, l'essence se sépare :

» 1°. Soit à l'état de caillots floconneux ou résinoïdes, ayant exactement la même composition que l'essence primitive, mais restant solides à 100 degrés, et ne se volatilisant pas sans se dédoubler en deux autres isomères;

» 2°. Soit à l'état d'une matière cristallisable, ayant encore la même composition, ne fondant pas à 100 degrés, mais pouvant se sublimer sans décomposition, et cristallisant en groupes radiés comme la wawellite;

» 3°. Soit enfin à l'état d'une huile qui se concrète par le plus grand froid, et dont la composition, la densité à l'état liquide et à l'état de vapeur, le point d'ébullition, etc., se confondent avec ceux de l'essence d'estragon et de l'essence d'anis ou de fenouil.

» J'indique, dans mon Mémoire, le mode de production de ces différentes variétés physiques; elles sont identiquement les mêmes pour l'essence d'estragon, l'essence d'anis et l'essence de fenouil. Je les ai obtenues indistinctement avec l'acide sulfurique concentré, le chlorure de zinc, le deutochlorure d'étain et le protochlorure d'antimoine; je ne leur donne pas de noms nouveaux, me bornant à les distinguer par les lettres de l'alphabet. Notre nomenclature s'est remplie depuis quelques années d'une infinité de termes techniques qui ne s'appliquent qu'à des modifications physiques d'un seul et même composé; souvent de légères différences dans les propriétés optiques, observées sur des échantillons d'un même corps, mais provenant de réactions différentes, ont suffi pour faire adopter des noms nouveaux. Sans doute, au point de vue du physicien, le charbon de bois et le diamant sont deux corps différents, mais cette distinction n'existe pas pour le chimiste; à plus forte raison, ne doit-il pas la faire pour des substances comme la térébène et l'essence de térébenthine, dont les propriétés physiques sont infiniment plus rapprochées.

» La transformation de l'essence d'estragon en un isomère solide, au contact de l'acide sulfurique concentré, offre un intérêt pratique, en ce qu'elle permet de reconnaître aisément la falsification de ce corps par l'essence de térébenthine ou par d'autres essences communes qui ne présentent pas cette propriété. Il suffit pour cela d'étendre une petite quantité d'essence d'estragon sur une assiette et d'y faire arriver l'acide goutte à goutte, en agitant le mélange avec une baguette; la combinaison s'effectue immédiatement avec échauffement et coloration de la masse en rouge. Si l'essence d'estragon est pure, elle se concrète tout entière, et l'eau n'en sépare rien de liquide; il faut surtout avoir soin, dans ces essais, d'éviter l'emploi d'un excès d'acide sulfurique qui dissout la modification solide ainsi produite.

» Il résulte des expériences que j'ai faites, il y a quelques années, avec M. Cahours, que la partie oxygénée de l'essence de cumin présente aussi la composition $C^{10}H^{12}O$; mais, tandis que ce corps (cuminol) s'attaque avec facilité par l'hydrate de potasse pour se convertir en cuminate $C^{10}(H^{11}K)O^2$ avec dégagement d'hydrogène, l'essence d'estragon, d'anis ou de fenouil, ainsi que les isomères dont j'ai parlé, résistent complétement, dans les mêmes circonstances, à cet agent d'oxydation. Cependant je suis parvenu à les at-

taquer en opérant sous une forte pression; l'essence d'estragon ou d'anis donne alors un bel acide cristallisable, fusible à 96 degrés, différent de l'acide cuminique (*), mais renfermant les mêmes rapports de carbone et d'hydrogène.

» Cette expérience est assez dangereuse, à cause des explosions occasionnées par le dégagement d'hydrogène et qui déterminent la rupture des tubes où l'on opère; elles m'ont empêché jusqu'à présent d'étudier ce sujet autant qu'il le mérite.

Acide sulfanétique.

» La variété liquide en laquelle l'essence d'estragon ou d'anis se convertit si l'on détruit par la chaleur sa combinaison avec le chlorure de zinc, présente, comme je l'ai déjà dit, la même composition, les mêmes densités, le même point d'ébullition que cette essence; mais, au lieu de se modifier moléculairement, comme elle, au contact de l'acide sulfurique concentré, cette variété s'y dissout complétement et l'eau ne l'en sépare plus; il se produit donc un acide composé. On étend d'eau et l'on sature par du carbonate de baryte; le mélange, étant filtré, donne la solution d'un sel de baryte extrêmement amer.

» Ce sel renferme $C^{10}(H^{11}Ba)SO^{4}$; sa solution aqueuse ne précipite ni le nitrate d'argent, ni le nitrate de plomb, ni le nitrate de chaux; mais elle présente une réaction caractéristique avec les persels de fer. Quand elle est bien neutre, elle communique une couleur d'encre, en même temps qu'il se produit un léger précipité brun : une goutte d'ammoniaque de potasse ou d'acide chlorhydrique fait disparaître la coloration violette.

» Le sulfanéthate de plomb s'obtient sous la forme d'un corps amorphe, qui ressemble à la gomme arabique et qui est fort soluble dans l'eau.

» Soumis à la distillation sèche, les sulfanéthates se charbonnent en partie et dégagent la même huile isomère de l'essence d'estragon ou d'anis, qui a servi à les produire.

» En résumé, il résulte de ces expériences :

» 1°. Que l'essence d'estragon n'est qu'une modification physique de l'es-

---

(*) Dans le travail que j'ai publié, avec M. Cahours, sur l'acide cuminique, le point de fusion de cet acide est indiqué à 92 degrés; mais cette détermination avait été faite sur de l'acide brut, non purifié par une nouvelle cristallisation, et renfermant un peu de cumène. Je viens de m'assurer que l'acide cuminique parfaitement pur fond à 115 degrés. L'*acide cyminique* de M. Persoz est donc notre acide.

sence d'anis ou de fenouil et possède, comme elle, la composition $C^{10}H^{12}O$ = 2 volumes, ainsi que les mêmes réactions chimiques;

» 2°. Qu'en combinant ces essences avec l'acide sulfurique ou avec certains chlorures, et en les séparant de nouveau, on les convertit en de nouvelles modifications isomères, dont l'une est liquide et les deux autres solides;

» 3°. Que la modification liquide est à ces essences ce que le térébène est à l'essence de térébenthine et à l'essence de citron : même composition, même densité, même point d'ébullition, mais plus grande stabilité;

» 4°. Que cette modification liquide s'accouple avec l'acide sulfurique en produisant les sulfanéthates, sels unibasiques, représentés par la formule générale

$$[C^{10}(H^{11}M)SO^{4}].$$ »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Liste des tremblements de terre ressentis en Europe et dans les parties adjacentes de l'Afrique et de l'Asie, pendant les années* 1843 *et* 1844; *par* M. ALEXIS PERREY.

« Une première liste des tremblements de terre ressentis en Europe pendant l'année 1843, ayant été insérée aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* tome XVIII, pages 393 et suiv., j'ai l'honneur d'en adresser aujourd'hui un supplément qui porte à plus de 70 le nombre des tremblements de terre signalés pour cette année.

» Je donnerai ensuite la liste des tremblements de terre ressentis, dans la même partie du monde, pendant l'année 1844; je m'empresse de dire que je dois la connaissance de beaucoup de faits mentionnés dans ces listes à l'obligeance de M. A. Colla.

I. — *Supplément à la liste de* 1843.

» Le 11 janvier, tremblement de terre à l'île de Méléda (Adriatique).

» Le 13, tremblement de terre à Alger.

» Le 28, tremblement de terre à Inspruck.

» Le 1er février, tremblement de terre à Smyrne.

» Le 3 mars, tremblement de terre à Comorn, en Hongrie.

» Le 9, plusieurs secousses à Salonique, en Macédoine.

» Le 10, quelques minutes après minuit, plusieurs secousses avec détonation, sur divers points du département de la Manche.

» Le 11 avril, tremblement de terre dans le département du Rhône.

» Les 8 et 9 mai, tremblement de terre à Forli, en Italie.

» Le 25, tremblement de terre à Tricala et Salonique.

» Le 31, tremblement de terre à Radicofani, en Toscane.

» Le 13 juin, tremblement de terre à l'île Santorin.

» Le 28, *mare moto* (raz de marée?) à Malte.

» Le 1er juillet, *mare moto* (raz de marée?) à Malte.

» Le 11 août, tremblement de terre à Fribourg.

» Le 13, tremblement de terre dans la mer Adriatique.

» Le 18, 8 heures du soir, à Borgotaro (États de Parme), une secousse ondulatoire de quatre à cinq secondes.

» Le 5 septembre, tremblement de terre dans l'Albanie.

» Le 9, tremblement de terre à Bréos (France).

» Les 6 et 7 octobre, secousses à Messine.

» Le 10, secousses à Naples et sur divers points du royaume.

» On en a ressenti également à Rhodes.

» Les 11, 12, 13 et 14, nouvelles secousses aux mêmes lieux.

» Les 23 et 24, secousses à Carlstad.

» Le 22 novembre, secousses à Borgotaro, dans le duché de Parme.

» Le 26, secousses à Agram.

» Les 7 et 8 décembre, secousses dans la province de Palerme.

» Les 7 et 10, secousses aux environs de l'Etna.

» Les 12 et 13, secousses à Borgotaro et à Raguse.

II. — *Liste des tremblements de terre ressentis en Europe, pendant l'année* 1844.

Janvier.

» Le 4 janvier, 3 heures du matin, à Rome, plusieurs secousses dans la direction du sud-est.

» Le 5, 11^{h}45^m du soir, dans les mines de Bleiberg (Carinthie), secousse violente.

» Le 7, 9^{h}22^m du matin, à Chambéry (Savoie), faible secousse dans la direction du nord au midi.

» Le 9, à la Torre di Passeri (royaume de Naples), fortes secousses.

» Le 13, vers 8 heures du soir, à Raguse (Dalmatie), léger tremblement précédé d'un bruit semblable au tambour. Au vent du sud-est, qui soufflait les jours précédents, succéda, dans la nuit, un calme parfait, et le thermomètre monta de + 1 à + 4 degrés Réaumur. On y avait déjà ressenti un léger tremblement le 12; le 14, on y en ressentit un troisième.

» Le 15, 1^{h}15^m du matin, à Raguse encore, les habitants furent réveillés

par une secousse assez violente et précédée également d'un grand bruit. Le mouvement était oscillatoire et dura près de deux secondes.

» A $5^h 30^m$ du matin, une autre secousse moins forte en violence et en durée; et à $7^h 50^m$ du soir, on vit briller un éclair éblouissant suivi d'une violente secousse qui dura près de deux secondes.

» Marée fort basse, ciel nuageux, thermomètre à + 6 degrés Réaumur, et baromètre à $28^{po} 2^l$, par un vent du sud-est.

» Ces secousses ont été fortes dans l'Herzégovine, où l'on en a ressenti encore le 14.

» Le 21, $2^h 10^m$ du soir, nouveau et léger tremblement à Raguse.

» Le 23, vers 3 heures du matin, à Louvie-Jouzon (Pyrénées), tremblement assez fort dirigé de l'ouest à l'est. Temps couvert et à la pluie. Cette secousse a été ressentie très-fortement à Laruns, dans la même nuit et à la même heure.

Février.

» Nuit du 2 au 3 février, dans une des soufrières de la province de Caltanissetta (Sicile), secousse assez violente avec éboulement. Deux ouvriers furent ensevelis sous les terres, et l'un d'eux fut, dit-on, retiré vivant dix-huit jours après.

» Les 5, 6, 7, 8, 10, 18, 19 et 26, nouvelles secousses à Raguse. Le 27, $10^h 30^m$ du matin, on éprouva encore une nouvelle secousse qui dura sept secondes. La mer était haute, le *sirocco* soufflait avec impétuosité, le temps était pluvieux; le baromètre marquait $27^{po} 5^l$, et le thermomètre 12 degrés Réaumur.

» Le 6, une secousse légère à Parme.

» Le 15, $4^h 10^m$ du soir, à Potenza (Basilicate), secousse de la durée de cinq secondes.

» Le même jour, tremblement de terre à Smyrne.

» Nuit du 15 au 16, à Sala (royaume de Naples), secousse ondulatoire de la durée de trois à quatre secondes.

» Le 18, à Parme, nouvelle secousse qui, comme la précédente, ne paraît pas s'être étendue bien loin.

» Le 23, à Parme encore, nouvelle secousse peu sensible.

» Le 24, à Barcelonnette (Basses-Alpes), secousses avec éboulement à peu près semblable à celui que cause, dans les maisons, une charrette pesamment chargée et marchant avec rapidité sur le pavé. Des personnes qui veillaient encore à cette heure ont remarqué deux secousses bien distinctes, à trois ou

quatre secondes d'intervalle ; les meubles ont éprouvé un mouvement d'oscillation très-prononcé.

» Les 24 et 26, à Borgotaro (États de Parme), faibles secousses ondulatoires.

Mars.

» Le 2 mars, trois nouvelles secousses à Raguse.

» Le 3, dans la nuit, une faible secousse à Parme.

» Les 3, 4 et 9, nouvelles secousses à Raguse.

» Le 5, 9 heures du soir, à la Torre di Passeri (royaume de Naples), secousse violente suivie d'une averse considérable.

» Le 6, $9^h 10^m$ du soir, à Braïla (Valachie), tremblement assez violent pendant environ deux secondes, accompagné d'un bruit semblable à celui du canon entendu dans le lointain ; les secousses semblaient dirigées du centre de la terre vers la surface. La température était douce, l'air serein ; le matin il fit un épais brouillard, auquel succéda, vers 10 heures, le plus beau soleil. A part quelques légères fissures, les édifices n'ont éprouvé aucun dommage.

» Le 8, vers $10^h 30^m$ du soir, à Saint-Jean de Maurienne (Savoie), faible secousse.

» Le 9, à Forli (Romagne), deux secousses.

» Le 10, deux autres secousses, dont l'une à 5 heures du soir, et l'autre à $6^h 30^m$; cette dernière a été très-violente. Plusieurs cheminées renversées.

» Nuit du 13 au 14, encore une secousse, mais faible.

» Le 15, $9^h 25^m$ du soir, à Raguse, nouveau tremblement. C'était une des plus belles nuits de la saison, l'air était calme, le baromètre marquait $28^{po} 2^l$, et le thermomètre 12 degrés Réaumur. A $9^h 25^m$, un long bruit souterrain précéda une secousse légère qui fut suivie d'une autre un peu plus forte. Celle-ci dura trois secondes à peu près.

» Le lendemain 16, à $3^h 7^m$ du matin, on ressentit une secousse légère et rapide. Beaucoup de personnes disent en avoir ressenti une autre plus faible à $5^h 15^m$ du matin.

» Nuit du 17 au 18, légère secousse à Messine.

» Le 21, $9^h 15^m$ du matin, à Zara (Dalmatie), par un vent violent du nord, un ciel couvert de nuages, et une température de 10 degrés Réaumur, un tremblement de terre, dont le mouvement était saccadé, s'est fait sentir pendant quelques secondes. Cette secousse, qui a été ressentie très-fortement dans quelques maisons, n'a pas causé de dommages, mais elle a jeté les habitants dans la terreur, en détachant des plafonds quelques parcelles de leur enduit.

» Les 22, 27, 28 et 29, nouvelles secousses en Dalmatie.

» Le 22, $10^h 30^m$, légère secousse du sud au nord à Trieste.

» Le 28, entre 6 et 7 heures du matin, à Parme, faible secousse de l'est à l'ouest.

Avril.

» Nuit du 6 au 7 avril, à minuit, faible secousse à Catane. Le 10, au soir, on pouvait voir de cette ville une immense colonne de fumée qui s'élevait du fond du cratère principal de l'Etna.

» Le 18, $3^h 45^m$ du soir, à Lugo (Galice), tremblement assez fort du nord au sud. Toute la ville fut ébranlée comme par une décharge d'artillerie; le bruit ne s'entendait pas sous terre, mais au-dessus des maisons. Les eaux de la rivière Mino qui coule près des eaux thermales semblaient en ébullition. Dès le matin, l'atmosphère était chargée du côté du nord, et un vent très-fort qui soufflait dans cette direction soulevait une poussière qui empêchait de marcher dans les rues. Le baromètre était à *beau temps*, et le thermomètre à 13 degrés Réaumur.

» Comme les tremblements de terre sont rares dans le pays, les habitants ont été très-effrayés, surtout ceux qui demeurent près de la cathédrale où le mouvement a été le plus sensible.

» On l'a ressenti à la Corogne, du sud au nord, vers $2^h 30^m$. Après le tremblement, l'horizon s'est couvert de nuages épais, et le baromètre a monté sensiblement.

» Le 27, nouveau tremblement en Dalmatie.

Mai.

» Le 2 mai, en Dalmatie encore.

» Le 12, dans la matinée, secousse violente en divers lieux de l'Écosse.

» Le même jour, à Ispahan (Perse), tremblement terrible qui a renversé de nombreux édifices, entre autres la fameuse mosquée de Joomah! On l'a ressenti à 12 milles, à Julpha. Il paraît s'être étendu dans l'Aderbaïdjan et l'Irak. Mianeh, à quelque distance de Tauris, est la ville qui a le plus souffert; la moitié des maisons ont été détruites et une grande partie de la population ensevelie, dit-on, sous les ruines. Akkend, Armon-Kharé et Nenghian ont à peu près subi le même sort.

» La catastrophe paraît avoir embrassé un grand espace. Je trouve encore (sans date de jour), entre Angora et Osmandjik (Turquie), un violent tremblement de terre; maisons renversées; deux cents victimes.

» Nuit du 15 au 16, à Athènes et dans les environs, fortes secousses pendant vingt secondes à des intervalles inégaux.

» Les 26 et 28, en Dalmatie, nouvelles secousses.

Juin.

» Nuit du 3 au 4 juin, à Poitiers, violente secousse du sud au nord. Cette secousse a apporté une grande perturbation dans l'aplomb de la tour de droite du portail de la cathédrale.

» Le 5, 4 heures du matin, à Potenza (Basilicate), faible secousse verticale.

» Le 22, en Dalmatie, nouveau tremblement.

» Vers le milieu du mois, à Palestrina (Romagne), faibles secousses.

Juillet.

» Le 1er juillet, en Dalmatie encore.

» Le 13, vers 10 heures du matin, à Messine, deux secousses très-sensibles.

» Le 17, 1h 30m, à Carthagène (Espagne), une secousse assez forte de quatre à cinq secondes.

» Le même jour, forte secousse à Palestrina.

» Les secousses paraissent avoir été nombreuses dans les environs de Rome pendant ce mois et le précédent. On écrivait de Rome, le 22 juillet :

« Du 5 juin jusqu'à ce jour, secousses quotidiennes à Palestrina, vers midi.
» Le tremblement fut surtout violent le 17, et se renouvela dès lors jusqu'à
» Poli, Cave et Genezzaro.

» Ces secousses paraissent même s'être étendues jusqu'à Naples. »

» Le 20, à Louvic-Jouzon (Basses-Pyrénées), légère secousse de l'est à l'ouest.

Août.

» Le 1er août, après 10 heures du matin, à Lecce et dans quelques autres points de la province d'Otrante, et à Bari (royaume de Naples), secousses ondulatoires très-sensibles du sud-est au nord-ouest.

» Le 3 et le 4, nouvelles secousses en Dalmatie.

» Le 14, à Fribourg en Suisse.

» Le 30, 5h 20m du soir, forte secousse à Corfou.

Septembre.

» Le 12 septembre, 5h 30m du matin, aux monts Ourals, secousse très-violente.

» Le 27, 1 heure du soir, à Kischinew et à Odessa.

Octobre.

» Le 22 octobre, raz de marée à Cette.

» Les raz de marée, *mare moto* ou *terre moto di mare* des Italiens, sont-ils autre chose que des tremblements de terre sous-marins? Et, sous ce point de vue, ne doivent-ils pas figurer dans un catalogue comme celui-ci?

Novembre.

» Le 4 novembre, $9^h 30^m$ du matin, à Szigeth (Hongrie) et aux environs de Bade, violentes secousses avec quelques dommages.

» Le 8, léger tremblement à Florence. Inondations désastreuses les jours précédents dans toute la haute Italie.

» Le 30, grande éruption de l'Etna. On ne parle pas de tremblement de terre. Dans le courant du mois, plusieurs secousses à Erzeroum en Perse.

Décembre.

» Le 3 décembre, $2^h 15^m$ du soir, dans les villes de Kongsvinger et de Eideskog, province de Christiania (Norwége), secousses très-violentes pendant quatre-vingt-quinze secondes, accompagnées d'un bruit sourd. Quelques dommages eurent lieu.

» Le 4, en diverses localités de la Savoie, fortes secousses.

» Nuit du 9 au 10, à Rumilly et à Annecy (Savoie), secousses violentes.

» Le 11, vers 5 heures du matin, à Gabas (Basses-Pyrénées), plusieurs secousses successives qui ont duré plus d'une minute. Elles ont été si violentes, que tout s'entrechoquait dans les maisons.

» Vers 6 heures du matin, à Louvic-Jouzon, fort tremblement qui a duré assez longtemps. Dix minutes après, autre tremblement plus court, moins fort, et précédé d'un bruit sourd.

» Vers 7 heures du matin, à Gabas, une autre secousse légère.

» Enfin, vers 8 heures, une troisième secousse assez forte à Louvic-Jouzon.

» Les secousses se dirigent toujours de l'ouest à l'est.

» Le 30, quelques minutes avant $11^h 30^m$ du soir, à Laruns (Basses-Pyrénées), une assez forte secousse parallèle, *comme toujours,* à l'axe de la chaîne.

» Le 31, à Messine, secousses légères.

» Si l'on regarde, comme constituant des tremblements de terre distincts, les secousses qui ont ébranlé simultanément des localités éloignées, ou qui, dans une même région, se sont succédé à des intervalles de temps assez

grands, de huit jours par exemple, on pourra dresser le tableau suivant pour les deux années qui viennent de s'écouler.

MOIS.	ANNÉE 1843.				ANNÉE 1844.				DE 306 à 1843
	Nombre de jours dans lesquels la terre a tremblé.	Nombre des tremblements de terre distincts.		Nombres proportionnels, la moyenne étant 1.	Nombre de jours dans lesquels la terre a tremblé.	Nombre des tremblements de terre distincts.		Nombre proportionnels, la moyenne étant 1.	Nombres proportionnels, la moyenne étant 1.
Janvier....	8	6		0,96	10	6		1,44	1,34
Février....	7	7	23	1,12	14	6	21	1,44	1,10
Mars......	7	10		1,60	19	9		2,16	1,05
Avril	5	6		0,96	3	3		0,72	0,94
Mai.......	6	5	17	0,80	5	3	10	0,72	0,85
Juin......	6	6		0,96	4	4		0,96	0,84
Juillet. ...	5	4		0,64	?	4		0,96	0,88
Août......	6	5	13	0,80	5	4	10	0,96	0,95
Septembre.	23	4		0,64	2	2		0,48	0,88
Octobre...	22	10		1,60	1	1		0,24	1,06
Novembre.	7	5	22	0,80	3	3	9	0,72	0,93
Décembre..	11	7		1,12	6	5		1,20	1,18
Somme....	113	75		12,0	76?	50		12,0	12,0

» Les nombres contenus dans la dernière colonne relative à chaque année ont été obtenus en divisant, par la moyenne mensuelle, le nombre des tremblements de terre distincts ressentis pendant chaque mois. La dernière colonne du tableau a été obtenue de même en opérant sur les nombres des tremblements de terre mentionnés dans les Mémoires que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie.

» Bien qu'on ne puisse espérer de retrouver, pour des années isolées, les rapports généraux déduits d'un grand nombre de faits, il est remarquable que l'ensemble de l'automne et de l'hiver présente toujours une prépondérance marquée sur les deux saisons du printemps et de l'été; seulement l'automne se trouve ici au dernier rang, et c'est la première fois que cette anomalie s'est présentée.

» Ces deux années présentent le phénomène à des degrés inégaux de fréquence, mais néanmoins supérieurs à la moyenne, qui est de 40 environ.

» La moyenne des tremblements de terre ressentis annuellement en France et en Belgique se trouve comprise entre 7 et 8. Dépassée en 1843, cette moyenne a été à peine atteinte en 1844. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur un bolide aperçu le 1er mai 1845, à Dijon; par* M. ALEXIS PERREY.

« Le 1er mai, à 8h 29m du soir, temps moyen de Dijon, un bolide a été aperçu entre Régulus et la Crèche, se mouvant d'un mouvement peu rapide et sensiblement horizontal. Il a disparu un peu à l'ouest-sud-ouest de Castor et Pollux, après avoir passé au sud de ces deux étoiles (à 2 ou 3 degrés); il ne s'est pas éteint, mais il a été caché à la vue par le toit d'une maison : on n'a entendu aucune détonation.

» Son aspect était d'un beau bleu, au milieu d'une lueur blanchâtre qui l'environnait à une assez grande distance (5 à 6 degrés). Les vives et nombreuses étincelles qui s'en échappaient l'ont fait prendre, au premier moment, pour une fusée, à la personne qui m'a averti de sa présence, en me l'indiquant toutefois comme une étoile filante. Il est à remarquer que son éclat, quoique bleu, nous a paru très-vif, malgré les illuminations de l'hôtel de la Préfecture que nous venions de considérer, et à deux cents pas desquelles nous nous trouvions alors.

» Pendant que je considérais la trace de la traînée lumineuse laissée par ce bolide, la même personne a vu s'échapper du même point une étoile filante très-faible, qui n'a paru qu'un moment et s'est dirigée, m'a-t-elle dit, précisément en sens contraire.

» Le silon lumineux a persisté à peine pendant 3 ou 4 secondes, mais la blancheur qui formait une bande de 5 à 6 degrés, de chaque côté, a persisté beaucoup plus longtemps. On jugera de son intensité par ce mot d'une des personnes avec qui j'étais : « Oh! comme nous l'aurions bien mieux vue si » elle (l'étoile filante) n'eût pas été dans la voie lactée! » C'est qu'en effet la route suivie par le bolide avait pris une teinte blanchâtre tout à fait analogue à celle de la voie lactée, et que cette teinte a subsisté pendant plus d'une minute d'une manière très-sensible.

» Le temps était beau, on n'apercevait plus de nuages au ciel; l'air était calme, et la girouette continuait à indiquer l'ouest-sud-ouest. A 9 heures, le baromètre, réduit à 0 degré, marquait 744mm,53, et le psychromètre d'argent 15°,6 et 12°,6 »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Diminution de densité dans les roches, en passant de l'état cristallin à l'état vitreux; par* M. **Ch. Deville.**

« Ayant observé que la densité des cristaux de feldspath oligoclase, qui entrent dans la composition des laves du pic de Ténériffe, est supérieure à celle de la roche elle-même, j'en conclus que la pâte vitreuse, dans laquelle sont disséminés ces cristaux, quoique notablement ferrugineuse, avait une pesanteur spécifique bien inférieure à celle des cristaux.

» L'obsidienne du même volcan, dont la composition ne diffère pas de celle de la lave en question, m'offrit de son côté une pesanteur spécifique extrêmement faible. Il semblait en résulter que les roches, en passant par un refroidissement subit à l'état vitreux, acquéraient une grande légèreté spécifique. Pour m'en assurer, j'ai fondu la lave demi-cristalline dont j'ai parlé, et j'ai obtenu un verre translucide qu'il m'était à peu près impossible de distinguer de l'obsidienne, et présentant à très-peu près la même densité.

» Voici les nombres :

Densité des cristaux d'oligoclase.	2,5940
Lave vitreuse du pic.	2,5700
Verre qu'on obtient en fondant cette lave. . .	2,4642
Obsidienne.	2,4815

» Ce premier résultat m'a engagé à faire quelques essais comparatifs sur les densités des roches ignées, telles que les offre la nature, et les densités des verres qui résultent de leur fusion. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Densités.	Rapport des densités.
Lave vitreuse du pic, déjà citée.	2,5700	1
Verre.	2,4642	0,9587
Trachyte rosé, peu cristallin, de la montagne de Chahorra.	2,7274	1
Verre.	2,6171	0,9595
Lave basaltique du cône de los Mayorquines. .	2,9455	1
Verre.	2,8360	0,9628
Basalte du pic de Fogo (îles du cap Vert). . . .	2,9714	1
Verre.	2,8787	0,9681

» On voit que ces roches perdent moyennement les 0,04 de leur pesanteur spécifique en passant de l'état naturel à l'état vitreux; mais elles ne paraissent être qu'en partie cristallines. Si l'on cherche l'augmentation de volume que subit une roche complétement cristalline, on la trouve plus considérable,

comme le prouve l'essai suivant :

	Densités.	Rapport des densités.
Granit du bec d'Andoux.	2,6225	1
Verre.	2,3603	0,9000

» Les roches qui ne présentent que peu ou point de traces de cristallisation donnent des résultats bien différents :

	Densités.	Rapport des densités.
Lave verte du volcan de Chahorra.	2,4862	1
Verre.	2,4657	0,9917
Ponce du pic (d'après M. Abich).	2,4770	1
Verre.	2,4556	0,9925
Obsidienne du pic.	2,4815	1
Verre.	2,4949	1,0054
Obsidienne jaunâtre du las Piedras Blancas. . .	2,3825	1
Verre.	2,4757	1,0391

» La dernière roche offre même un exemple remarquable d'une concentration moins grande à l'état naturel que dans le verre qui résulte de sa fusion.

» Tout portait donc à penser que c'est dans le phénomène de la cristallisation qu'a lieu cette condensation de la matière. Les essais suivants, faits sur quelques minéraux simples, ont rendu ce fait évident :

	Densités.	Rapport des densités.
Labradorite de la côte de Labrador.	2,6894	1
Verre.	2,5255	0,9390
Orthose du Saint-Gothard.	2,5610	1
Verre.	2,3512	0,9180
Amphibole d'Oran.	3,2159	1
Verre.	2,8256	0,8786
Pyroxène de la Guadeloupe.	3,2667	1
Verre.	2,8035	0,8579
Péridot de Fogo.	3,3813	1
Verre.	2,8571	0,8449

» Il résulte de ces expériences que, dans l'acte de la cristallisation, il s'opère une énorme condensation de la matière. On pourrait concevoir que les éléments étant confusément mélangés par la fusion, si le refroidissement est suffisamment lent, les molécules semblables auront le temps de se chercher et de se grouper en cristaux qui offrent sans doute le moins de vides pos-

sible. Par un refroidissement subit, les molécules sont, au contraire, saisies et solidifiées dans les positions qu'elles occupaient à l'état liquide de la matière.

» En entreprenant les recherches dont je viens de présenter quelques résultats, je ne connaissais rien qui se rapportât directement à des essais du même genre. Depuis, j'ai découvert quelques lignes écrites par M. Gustav Bischof, en juillet 1841, et insérées dans le Journal de Leonhard et Bronn (1), dans lesquelles l'auteur annonce s'être livré depuis trois ans à des expériences analogues sur trois genres de roches : les basaltes, les trachytes et les granites. M. Bischof a même mesuré, par des moyens dont il ne donne aucune idée, le volume occupé par ces roches à l'état de fluidité ignée. Il rapporte simplement les deux tableaux suivants, qui résument ses expériences :

	Vol. à l'état vitreux.	Vol. à l'état cristallin.
Basalte.	1	0,9298
Trachyte.	1	0,9214
Granite.	1	0,8420

	Vol. à l'état de fluidité ignée.	Vol. à l'état cristallin.
Basalte.	1	0,8960
Trachyte.	1	0,8187
Granite.	1	0,7481

» Il en résulterait pour le granite, ainsi que le remarque l'auteur lui-même, une concentration de 25 pour 100 de son volume, en passant de l'état liquide à l'état cristallin (ce qui impliquerait un coefficient de dilatation énorme pour ces roches à la température de la fusion) : pour passer de l'état vitreux à l'état cristallin, la condensation serait de 16 pour 100.

» Ce dernier nombre diffère notablement de celui que j'ai obtenu par la fusion d'un autre granite. Malheureusement l'auteur allemand ne donne aucune indication de la méthode qu'il a suivie. Je dois cependant remarquer que le verre donné par le granite étant extrêmement bulleux, j'ai été obligé de le réduire en poudre très-fine pour en prendre la pesanteur spécifique. La densité du verre, prise en petits fragments, n'était que de 2,1742 ; ce qui aurait donné fautivement une diminution de densité de 17 pour 100 au lieu de 10 pour 100, et se rapprocherait tout à fait du nombre de M. Bischof.

(1) *Neues Jahrbuch für mineralogie, geologie,* etc., von Leonhard und Bronn ; 1841, n° 5, page 565.

» Il en était de même du verre obtenu par la fusion du labradorite et de l'orthose : ce qui me semble en rapport avec la production des ponces dans les volcans essentiellement feldspathiques, surtout si l'on remarque que les verres donnés par les basaltes, les pyroxènes, l'amphibole, sont compactes, à peu près exempts de soufflures, et pourraient même être employés dans les arts.

» La différence entre mes résultats et ceux obtenus par M. Bischof m'a déterminé à présenter les premiers, et même à étendre à d'autres substances ces recherches, dont le but semblera mériter quelque intérêt si l'on remarque que cette concentration des matières par la cristallisation peut se lier au phénomène du retrait dans les roches ignées, et même contribuer, comme cause secondaire, à la diminution de volume des parties intérieures du globe, laquelle, comme on sait, est le point de départ de l'ingénieuse théorie par laquelle M. Élie de Beaumont a rendu compte des grands ridements de la surface du globe. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Extraction de l'opium en larmes sous le climat d'Italie.* (Note de M. BONAFOUS.)

« Par suite du Rapport fait par M. Payen à l'Académie des Sciences, le 7 avril de cette année, relativement aux produits du pavot somnifère sous le climat d'Alger, je ne crois pas inutile, dans l'intérêt de la médecine européenne, d'informer l'Académie que, voulant constater avec précision la quantité d'*opium en larmes* que l'on peut extraire de cette même plante sous le climat de Turin, il résulte de mes essais que 100 têtes de pavot (*Papaver somniferum album*), incisées sur pied, dans le jardin de l'Académie royale d'Agriculture durant l'été de 1844, m'ont donné 50 grains d'opium, desquels j'ai obtenu 3 grains et demi de morphine, soit 7 parties de morphine pure sur 100 parties d'opium. Cette production d'opium, toute faible qu'elle est, n'est point indifférente, si l'on considère qu'il est pour ainsi dire impossible de se procurer en Europe l'*opium en larmes* des Orientaux. J'ajoute à cette Note que l'incision transversale des capsules, telle que je l'ai pratiquée, fait découler une quantité de suc double de celle qu'on extrait par l'incision longitudinale. Cet opium indigène, d'une saveur très-amère, n'exhale point l'odeur vireuse de l'opium exotique. »

PHYSIQUE. — *Sur le changement de pôle produit par la torsion dans un fil de fer convenablement disposé.* (Extrait d'une Lettre de M. CHORON.)

« Jusqu'à présent les actions mécaniques, telles que le choc et la torsion,

n'ont été indiquées que comme capables de développer une certaine force coercitive en vertu de laquelle le fer doux peut être aimanté; mais j'ai observé depuis longtemps qu'il suffit de plier un fil de fer pour changer ses pôles magnétiques. A cet effet, je soude un fil de fer du commerce par une de ses extrémités sur une plaque métallique quelconque de zinc, de cuivre, de platine, etc., et, en présentant cette extrémité soudée à une aiguille aimantée horizontale, j'observe que les attractions peuvent se changer en répulsions lorsque je plie le fil. J'ai observé, en outre, un fait bien singulier dont aucun physicien n'a encore parlé, et que je ne me décide à faire connaître qu'après de nombreux essais infructueux pour en découvrir l'explication. Ce nouveau fait consiste en ce que la même extrémité soudée peut être, tantôt attractive, tantôt répulsive, suivant qu'elle est présentée au-dessus ou au-dessous de l'aiguille aimantée. Ce fait n'est soumis à aucune espèce de régularité; la soudure n'est pas nécessaire, mais elle me paraît propre à favoriser la production du phénomène. »

PHYSIQUE. — *Réclamation de* M. **Person** *à l'occasion de la Note présentée par* M. Ed. Desains *dans la séance précédente.*

« Le 31 mars j'ai déposé un paquet cacheté qui contient, entre autres résultats, la détermination de la chaleur spécifique de la glace; c'est seulement le 5 mai que M. Desains a communiqué son travail sur le même sujet. Ainsi, la question de priorité serait facilement résolue. Mais je prierai l'Académie de différer l'ouverture du paquet cacheté, parce qu'il contient d'autres résultats qui ont encore besoin d'un certain travail. Je dirai seulement ici que par trois procédés spécifiés dans le Mémoire, j'ai trouvé la chaleur spécifique de la glace comprise entre 0,50 et 0,56; j'ai adopté 0,56 parce que la chaleur spécifique de l'atome est alors précisément 0,63, nombre trouvé par M. Regnault pour les oxydes qui se rapprochent le plus de l'oxyde hydrique, c'est-à-dire pour les oxydes zincique et magnésique (les 2 atomes d'hydrogène ne formant que 1 équivalent de métal).

» J'extrairai encore deux autres résultats qui ont un rapport intime avec la question actuelle.

» Ayant mesuré la chaleur spécifique de plusieurs sels qui contiennent beaucoup d'eau de cristallisation, tels que le borax, le phosphate de soude, j'ai trouvé qu'on retombait, à très-peu près, sur les nombres donnés par l'expérience en calculant la chaleur spécifique du sel hydraté par la formule $\frac{mc + m'c'}{m + m'}$, m, m' étant les proportions, et c, c' les chaleurs spécifiques du sel

anhydre et de la glace. Ainsi, l'eau de cristallisation est, en quelque sorte, à l'état de glace dans les sels; du moins elle y entre avec la chaleur spécifique de la glace et non pas avec celle de l'eau. Voilà pour l'état solide. A l'état liquide, c'est le contraire; on calcule, en général, très-approximativement la chaleur spécifique d'une dissolution saline au moyen de la formule précitée, en y faisant $c' = 1$ au lieu de faire, comme tout à l'heure, $c' = 0,56$.

» L'autre résultat est que de la glace refroidie, mise dans de l'eau rigoureusement à zéro, se recouvre indéfiniment de glace, ce qui met en défaut le procédé de Clément Désormes pour mesurer la chaleur spécifique de la glace; on trouve, en effet, par ce procédé, des nombres aussi forts qu'on veut, comme 2, 3 unités. Il paraît que la glace introduite agit comme un cristal dans une dissolution saturée; quant à la chaleur qui résulte de la congélation, l'eau la transmet à la glace fondante qui forme l'enceinte. »

M. **Fraysse** adresse le tableau des *observations météorologiques* qu'il a faites à Privas (Ardèche) pendant le mois d'avril 1845.

M. **Pape** écrit à l'occasion d'un passage d'un Mémoire lu récemment par M. *Despretz*, sur la limite des sons graves et des sons aigus; il soutient, contre l'opinion de ce physicien, que c'est seulement dans les mauvais pianos que les deux demi-octaves extrêmes du clavier ne donnent pas des sons musicaux, c'est-à-dire des sons dont les rapports avec ceux des touches voisines puissent être nettement appréciés par toute oreille un peu exercée.

M. **Brulard** prie l'Académie de vouloir bien compléter la Commission à l'examen de laquelle avait été renvoyé un *compteur du gaz* présenté au mois de mai 1840. Par suite du décès de l'un des Commissaires, M. *Savary*, le Rapport n'avait pas été fait.

M. *Regnault* remplacera M. Savary dans cette Commission, dont font déjà partie MM. Arago et Gambey.

M. **Passot** demande l'autorisation de faire parvenir aux lecteurs du *Compte rendu des séances de l'Académie*, et par la même voie, un opuscule relatif aux diverses communications qu'il a faites à l'Académie sur la *théorie des forces centrales*, communications sur lesquelles il renoncerait, dans ce cas, à solliciter un nouveau Rapport.

Cette demande est renvoyée à l'examen de la Commission qui a fait le premier Rapport, contre les conclusions duquel proteste M. Passot.

M. **Lévêque** adresse, de Péronne, un Mémoire ayant pour titre : *Unité universelle.* Ce Mémoire, sur lequel l'auteur sollicite le jugement de l'Académie, ne paraît pas de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

L'Académie accepte le dépôt d'un *paquet cacheté*, déposé par MM. **Andral** et **Courbebaisse.**

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATA.

TOME XVIII. (Séance du 11 mars 1844.)

Page 395, ligne 25, *au lieu de* Louvic-Jonzon, *lisez* Louvic-Jouzon.
Page 396, ligne 5, *au lieu de* Algues, *lisez* Alger.
Page 397, ligne 10, *au lieu de* Soulu, *lisez* Soulce.
Page 401, ligne 17, *au lieu de* Hano, *lisez* Slano.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 18; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XIV, mai 1845; in-8°.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; mars 1845; in-8°.

Réflexions sur les principes fondamentaux de la Théorie des Nombres; par M. POINSOT; in-4°; 1845.

Mémoire sur la détermination des perturbations absolues dans les Ellipses d'une excentricité et d'une inclinaison quelconques; par M. HANSEN, directeur de l'Observatoire de Gotha; *traduit de l'allemand par* M. VICTOR MAUVAIS. Paris, 1845; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; avril 1845; in-8°.

Réponse à quelques observations nouvelles sur la découverte de la Variation, ou troisième inégalité lunaire, par les Astronomes arabes du Xe siècle; par M. SÉDILLOT; 1 feuille in-4°.

Essai sur les mesures législatives à provoquer pour étendre à tous les Sourds-Muets de la France le bienfait de l'éducation; par M. VALADE REMI; brochure in-8°.

Échalas, paisseaux et lattes (Médoc) remplacés par des lignes de fil de fer mobiles, établies au printemps et enlevées à l'automne; par M. ANDRÉ MICHAUX; brochure in-8°, avec planches.

Voyages de la Commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sous la direction de M. GAIMARD; 29e livraison; in-folio.

Notes sur quelques phénomènes de déplacements moléculaires qui se sont opérés dans les roches, postérieurement à leur dépôt; par M. VIRLET D'AOUST; brochure in-8°.

Résumé de la discussion sur les forces centrales, soutenue à l'Académie royale des Sciences de Paris, contre MM. CAUCHY, BINET *et* DUHAMEL; *par* M. F. PASSOT; 1 feuille in-4°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XVIII; janvier et février 1845; in-8°.

Annales médico-psychologiques; mai 1845; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mai 1845; in-8°.

Journal de Médecine; par M. TROUSSEAU; mai 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; mai 1845; in-8°.

La Clinique vétérinaire; mai 1845; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 535; in-4°.

Verhandelingen... *Mémoires de la Société de Batavia;* tome XIX. Batavia, 1843; in-8°.

Ueber platina... *Sur le Platine; par* M. SCHWEIGGER; brochure de 2 feuilles et demie; in-8°.

Il cimento... *Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle;* janvier et février 1845. Pise, 1845; in-8°.

Ricerche... *Recherches sur la division des arcs d'une courbe du 4e degré; par* M. TORTOLINI; 1 feuille in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 19; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 53 à 55.

L'Écho du Monde savant; n° 34; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MAI 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Réplique de M. Ch. Gaudichaud *à une Note de* M. de Mirbel *insérée dans le* Compte rendu *de la séance du* 12 *mai* 1845.

« Avant de commencer la lecture de la seconde partie de mon Mémoire sur le *Cordyline australis*, je demande à l'Académie la permission de répondre, par quelques mots seulement, aux observations faites, au sujet de la première partie, par notre savant confrère M. de Mirbel.

» 1°. Je n'ai jamais annoncé à l'Académie, ni ailleurs, un travail sur le *Dracœna draco*, par la raison toute simple que je n'ai jamais eu un pied vivant de cette plante à ma disposition.

» Le reproche de notre savant confrère naît donc d'une nouvelle distraction.

» Mais ce que je promets aujourd'hui à l'Académie ce sont de belles et curieuses expériences faites sur les rameaux d'un véritable *Dracœna*. J'aurai l'honneur de les lui montrer bientôt.

» 2°. Si M. de Mirbel, qui m'a écouté avec attention, en eût mis un peu plus, il eût certainement entendu qu'après la lecture du titre de mon Mémoire, j'ai annoncé que ce n'était qu'une première partie (ce ne sont, en effet,

que de simples prolégomènes), et il se fût ainsi évité de me faire, en son nom comme en celui d'Aubert du Petit-Thouars, des reproches non encore mérités.

» Je remercie pourtant notre savant confrère de ses observations, toutes prématurées qu'elles sont, et j'ose espérer qu'il voudra bien me les continuer.

» Toutefois, afin d'éviter la confusion si facile à jeter dans un sujet aussi complexe, je lui demande la permission de ne pas répondre immédiatement aux objections qu'il voudra bien me faire pendant la lecture de mon long Mémoire. Je les recueillerai avec soin et m'empresserai de les discuter avec lui dès que j'aurai fini.

» Alors j'aurai l'honneur de lui prouver que les réfutations qui se trouvent dans la première partie de mon travail sont parfaitement fondées, exactes et incontestables. Il en sera de même, j'espère, de toutes celles qui vont suivre. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réfutation des théories établies par* M. de Mirbel *dans son Mémoire sur le* Dracæna australis ; *par* M. CHARLES GAUDICHAUD. (Deuxième partie.)

« Sur la tige de *Cordyline australis* que j'ai l'honneur de vous montrer, vous allez tous reconnaître, messieurs, que la disposition que l'auteur du Mémoire sur ce végétal prête aux filets de ce qu'il nomme la région centrale n'est pas ce qu'il annonce. Ces filets ne se croisent pas normalement dans le centre de la tige, c'est-à-dire ne partent pas inférieurement du côté droit pour aller se fixer supérieurement du côté gauche, et *vice versâ,* de manière à former, en apparence du moins, l'image d'un clepsydre et cette succession de cônes emboîtés et réunis par leurs sommets qui ont été décrits dans les Mémoires sur le Dattier et le *Dracæna* (*Cordyline australis*).

» Que si quelques-uns de ces filets communiquent en effet, en apparence du moins, du côté droit au côté gauche, ce que moi aussi j'ai cru reconnaître, une ou deux fois seulement, sur cette longue tige, comme sur un assez grand nombre d'autres Monocotylés, ce n'est pas le cas ordinaire et cela ne peut résulter que d'un accident de végétation, d'une déviation anormale, d'une greffe entre les filets au moment de leur formation, ou de toute autre cause analogue.

» C'est à grand'peine, il est vrai, que, en raison de l'altération et de la fragilité de ces filets, j'ai pu en isoler quelques-uns; je l'ai fait pourtant, et vous pouvez reconnaître qu'ils sont, pour la plus grande partie, plus ou moins

directement insérés par leurs deux extrémités du même côté de la tige, où ils forment des arceaux échelonnés et enchevêtrés les uns sur les autres; arceaux inégaux dans leurs dimensions, dont les sommets arrondis touchent le centre de la tige, le dépassent même quelquefois et, dans ce cas, croisent une faible partie de ceux qui partent du côté opposé et de tous les autres points de la périphérie interne du corps ligneux (1).

» Qui ne conçoit que ces filets pressés les uns contre les autres et gênés en quelque sorte dans leurs développements, par leur nombre et par les efforts de la végétation, enlacés par le sommet de leur courbure, aux nœuds mérithalliens, ne puissent, ne doivent même, venant à se rencontrer, se greffer quelquefois, se tordre ou même se briser plus ou moins régulièrement et offrir, à la suite de l'un de ces effets, le cas anormal qu'on vous a donné comme le seul naturel.

» Mais pour nous qui avons étudié, sous ce rapport, sur un très-grand nombre de végétaux monocotylés, qui avons reconnu les lois générales qui régissent tous les phénomènes de l'accroissement de ces végétaux comme d'ailleurs de tous les autres; qui savons maintenant que l'analogie, ce guide de tous les bons observateurs, est de notre côté; nous enfin qui prouvons que les végétaux monocotylés, observés d'une certaine manière et pris à un degré particulier de développement, ont un centre médullaire entièrement dégagé des vaisseaux (2), et que les filets qui nous occupent n'en sont que le canal médullaire déformé, modifié; nous soutenons avec presque tous les habiles anatomistes, spécialement avec M. Hugo Mohl, qu'un sentiment de justice nous oblige à citer le premier (3), MM. Unger, Meneghini, etc., que tout ce qu'on a décrit sur le Dattier, les *Agave*, les *Dracæna*, ne résulte que d'une erreur d'observation, et qu'on a pris l'accident pour le cas naturel, l'exception encore douteuse pour la règle.

» Le plus simple raisonnement, d'ailleurs, suffit pour détruire toutes les suppositions de M. de Mirbel à ce sujet. En effet, si, comme l'assure ce savant, tous les filets se croisaient au centre du canal médullaire, il y aurait là un plexus ligneux extrêmement dense qui rendrait cette partie centrale aussi dure au moins que l'intermédiaire. Or, tout le monde sait que les

---

(1) J'emploie ce mot de M. de Mirbel, quoiqu'il ait un sens un peu vague et indéterminé.

(2) Un véritable canal médullaire. (*Voyez* GAUDICHAUD, *Organographie, Pl. IX, fig.* 2, 3, 4 et 5.

Meneghini, *Ricerche sulla struttura del caule nelle piante monocotyledoni, tav.* VI, *fig.* A, B; *tav.* IX, *fig.* 1A, 1B, 1C, 1D.

(3) *Voyez* HUGO MOHL, *Pl. Q, fig.* 5.

Monocotylés sont beaucoup plus durs à la circonférence qu'au centre.

» Je ne parlerai pas d'une foule d'autres faits, relatifs à ce sujet, que renferme le Mémoire de M. de Mirbel, et qui sont réellement trop extraordinaires pour notre époque. Je ne puis cependant laisser passer celui-ci, qui se rapporte incidemment aux Dattiers : « Le résultat de ces recherches, dit » M. de Mirbel, fut que j'acquis la certitude que le plus grand nombre des » filets du stipe, si ce n'est la totalité, naît à la surface interne du phyllo- » phore; qu'une partie d'entre eux s'allonge et monte à peu de distance de » cette surface, puis se courbe tout à coup vers la périphérie, et va joindre » la base des feuilles qu'elle rencontre chemin faisant.

» Dans le même temps, l'autre partie des filets s'accroît en se rapprochant » peu à peu de l'axe central et l'atteint; puis va plus haut s'attacher aux » feuilles naissantes qui garnissent le côté opposé au point de départ. »

» Je ne répondrai à tout ceci qu'en affirmant que les filets naissent droits dans l'axe des tiges, c'est-à-dire des mérithalles tigellaires des phytons, et qu'ils ne se courbent, supérieurement d'une part, que par la déviation forcée des feuilles qui sont incessamment refoulées du centre à la circonférence; et inférieurement de l'autre, que par les prolongements radiculaires qui tendent sans cesse vers la périphérie du canal médullaire pour constituer les premières couches internes de la région intermédiaire ou ligneuse.

» Quelques nouvelles explications sont nécessaires à ce sujet.

» Disons d'abord que tout ce qu'on a avancé sur l'origine, la marche et la direction des filets, est inexact; que les filets ne naissent pas plus au collet qu'à la périphérie interne; qu'ils ne montent pas plus de la base du végétal que de n'importe quelle autre partie de sa longueur, ni de son sommet; qu'ils ne pénètrent pas plus de l'extérieur à l'intérieur que, en se courbant, de l'intérieur à l'extérieur; qu'ils naissent droits dans les phytons, comme les phytons eux-mêmes; que leur disposition naturelle générale est verticale et qu'ils ne se courbent au sommet que par le développement progressif des phytons qui, tous, naissent les uns après les autres au sommet central des bourgeons, et dont les appendices foliacés, les mérithalles pétiolaires et limbaires, sont successivement refoulés du centre à la circonférence et de haut en bas; et que c'est dans ce mouvement d'évolution, où la base de l'appendice foliacé de chaque phyton décrit un quart de cercle, que les filets, qui sont entraînés dans ce mouvement, se courbent de manière à former, au centre de la tige, un angle plus ou moins droit.

» On sait maintenant que les phytons se créent les uns après les autres et plus ou moins directement les uns dans les autres, et qu'ils grandissent ensuite

ensemble ou, jusqu'à un certain point, isolément; que chacun des mérithalles tigellaires a son système vasculaire particulier généralement disposé en cylindre vertical, et que de la base de chacun d'eux partent des filets radiculaires qui se dirigent obliquement et de haut en bas vers la périphérie.

» Ainsi, tandis que les parties supérieures des filets mérithalliens tigellaires sont en quelque sorte entraînés du centre vers la périphérie par le mouvement d'évolution des feuilles, les parties inférieures sont également dirigées de haut en bas vers la périphérie, plus ou moins obliquement, selon les groupes, dans la direction de leurs axes respectifs, par les filets radiculaires qui s'allongent diversement. C'est ainsi que se forment les arceaux.

» Mais dans un grand nombre de Monocotylés, les mérithalles tigellaires, et conséquemment les arceaux, sont très-courts, et les vaisseaux radiculaires ne croisent pas immédiatement les filets des mérithalles situés au-dessous d'eux. Loin de là, ils descendent souvent très-bas et à des distances inégales, avant de pénétrer dans le corps ligneux de la région intermédiaire, où ils arrivent cependant toujours à leurs places respectives.

» Plus loin, nous ferons connaître la cause de l'allongement de ces filets de la région centrale.

» Si les filets se formaient de bas en haut, s'ils montaient ensemble le long de la périphérie interne, puis dans le phyllophore, et de là, enfin, dans les feuilles naissantes, ils auraient plus tard, dans la région centrale, la même longueur; ils partiraient évidemment tous, pour chaque feuille, du point où ils abandonneraient la périphérie pour entrer dans le phyllophore qui, lui, est chaque année situé à une hauteur déterminée. En un mot, tous les filets correspondant à une feuille auraient la même longueur; ce qui n'est pas.

» Par l'effet du développement de toutes les parties des mérithalles tigellaires, les filets qui les composent se disjoignent en filets distincts qui restent en quelque sorte disséminés au centre de la masse cellulaire interne. Ils grandissent de bas en haut, mais uniformément et seulement de la longueur des mérithalles.

» Les inégalités de longueur que nous remarquons dans les filets intérieurs d'une portion déterminée de tige, sont dues au système descendant. Avant de pénétrer dans la partie ligneuse ou intermédiaire, sur la périphérie interne de laquelle ils paraissent souvent ramper un peu, ces filets parcourent de haut en bas, selon leur position, une longueur plus ou moins grande de la région centrale.

» Les arceaux qu'ils forment dans les Monocotylés non articulés offrent toutes les dimensions et toutes les modifications d'agencement possible. Ce

qui paraîtra surtout fort remarquable, c'est que dans tous ceux de ces végétaux qui ont des mérithalles tigellaires très-courts ou qui, en apparence du moins, semblent en manquer entièrement, dans lesquels, par conséquent, l'accroissement en hauteur est très-lent, ces arceaux grandissent, mais grandissent progressivement et les uns après les autres, de haut en bas; et à tel point que, de quelques dixièmes de centimètre de longueur qu'ils ont parfois dans le voisinage des bourgeons, ils finissent par acquérir jusqu'à 1 mètre et plus. Là, messieurs, était un grand problème, bien difficile à résoudre, et qui m'a fait observer et méditer bien longtemps.

» Mais j'avais résolu de trouver le mot de cette énigme, et, à force de persévérance, de recherches et de sérieuses déductions, j'y suis enfin parvenu. Les nouvelles anatomies que je viens de faire sur le *Cordyline australis* (*Dracæna australis, auct.*) que, jusqu'à ce jour, je n'avais pas été à même d'observer, sont venues me prouver que tout se passe dans ce végétal comme dans les autres Monocotylés non articulés, et que, sous ce rapport encore, la théorie des mérithalles est inattaquable.

» Si l'on coupe verticalement une jeune tige ou un rameau de *Cordilyne australis*, on remarque que ce qu'on nomme la région centrale (canal médullaire) n'a pas plus de 1 centimètre de diamètre, et que les arceaux n'ont que de $\frac{1}{2}$ à 1 centimètre de longueur. On voit aussi nettement que les couches ligneuses vont en s'élargissant vers la base.

» Par l'âge et le développement, non-seulement la région centrale (canal médullaire) s'élargit considérablement, mais les filets semblent se multiplier et s'allonger indéfiniment.

» Quelles sont les causes de ce phénomène important? Ces causes, toutes simples qu'elles sont, m'ont longtemps semblé inexplicables et ont failli m'échapper; mais, comme je l'ai déjà dit, des recherches comparatives et suivies avec toute la persévérance, j'allais dire la ténacité dont je suis capable, m'en ont enfin dévoilé le mystère.

» J'ai reconnu qu'au fur et à mesure que les tiges grossissent par l'adjection de nouveaux filets à la circonférence, ceux du centre qui sont tous fixés par leur sommet, mais qui rampent par leur base, sont successivement détachés et isolés les uns des autres par du tissu cellulaire qui se développe et s'interpose entre eux; qu'à mesure que la partie extérieure du bois se solidifie et devient de plus en plus dense par l'accumulation et le greffement des filets radiculaires nouveaux, la partie intérieure devient de plus en plus spongieuse par le développement de la médulle et l'écartement des filets de cette partie.

» L'acroissement en diamètre de ces tiges n'est donc pas uniquement dû à l'adjection incessante des tissus radiculaires à la circonférence du corps ligneux, mais aussi à l'organisation d'une abondante quantité de tissu cellulaire qui, naissant entre les filets intérieurs de la région intermédiaire ou ligneuse, tend de plus en plus à les isoler entre eux et, en quelque sorte, à les refouler vers le centre, et peut-être aussi à pousser en dehors tout le reste de ce corps ligneux.

» Dans ce curieux phénomène on voit les premiers filets radiculaires internes du corps ligneux ou, autrement dit, de la région intermédiaire, passer à la région centrale ou médullaire. De ces faits il résulte que les arceaux de la région centrale, qui sont primitivement très-courts, deviennent de plus en plus longs; que le canal médullaire, qui est d'abord très-étroit, s'élargit progressivement, au point de tripler ou quadrupler son diamètre, et qu'en apparence, du moins, les filets de la région centrale semblent se multiplier et s'allonger; ce que j'aurais pu croire s'ils n'étaient tous invariablement fixés par leur sommet.

» C'est donc par la base qu'ils se détachent les uns des autres et les uns après les autres, du centre vers la circonférence, par l'interposition du tissu médullaire qui s'engendre d'une manière incessante entre eux. Ce phénomène d'écartement et en quelque sorte d'allongement des filets s'opère de la base au sommet du végétal; la preuve, c'est qu'ils sont constamment très-courts, comparativement du moins, près du bourgeon.

» Le raisonnement seul aurait dû me conduire à ce résultat si naturel et si simple. En effet, puisque, d'un côté, les filets de la région centrale sont invariablement fixés par leurs sommets au corps ligneux, précisément aux points où ils pénètrent dans les feuilles; puisqu'en ces points ils ne peuvent s'allonger que de 4 à 6 millimètres, c'est-à-dire de la longueur de leurs mérithalles tigellaires qui n'ont que cette dimension, ils ne peuvent donc aussi ni changer de place ni arriver là, postérieurement à la chute de ces feuilles; tandis que, du côté inférieur, où ils descendent parallèlement d'abord, puis en se recouvrant les uns les autres, jusqu'à l'extrémité du tronc et même des racines, ils doivent tout naturellement s'allonger, en s'écartant entre eux, non-seulement dans le tronc, mais encore dans les racines; c'est, en effet, ce qui a lieu. Ce sont donc particulièrement les arceaux qui s'allongent, et non les filets qui, eux, ne grandissent presque plus que par leur extrémité inférieure.

» Pour que ce phénomène de l'allongement des arceaux ait lieu, il faut de toute nécessité que les filets soient déjà complétement organisés.

» J'ai dit souvent et je dois le redire encore, que tous les végétaux mono-

cotylés sont soumis aux mêmes lois de développement. Aucun n'y échappe, mais plusieurs offrent des anomalies très-remarquables : les *Smilacinées*, *Dioscorées*, *Dracœnées*, etc., et surtout les vraies *Asparaginées* sont dans ce cas.

» Les plantes qui les composent forment évidemment un groupe à part par leurs caractères de végétation. C'est pour cela que je vous ai dit (1) que les *Dracœna* sont du nombre des végétaux monocotylés qui, par les phénomènes de leur accroissement en diamètre, se rapprochent le plus des Dicotylés; de même que certains groupes des Dicotylés, que je vous signalerai en temps convenable, se lient beaucoup plus étroitement que tous les autres aux Monocotylés, sans cependant cesser d'être de véritables Dicotylés (2).

» A quoi ces différences entre les Monocotylés tiennent-elles, messieurs? à de simples phénomènes de développement qui nous sont démontrés par l'organogénie.

» Dans toutes ces plantes, en apparence hétérogènes, l'embryon est franchement monocotylé et enveloppe complétement la plumule.

» Dans quelques-uns des genres, la plumule a deux ou trois de ses phytons également libres et enveloppants; tandis que, dans plusieurs autres, les phytons de la plumule se greffent dès leur origine, se dévient plus ou moins, se pressent pour ainsi dire et se repoussent successivement les uns les autres de dedans en dehors; d'où il résulte, lorsque tous ces individus agrégés ont acquis leur degré normal de développement, que les feuilles sont réellement alternes, en quelque sorte éparses, et que leurs bases pétiolaires, écailleuses ou autres, n'enceignent plus qu'une portion de la circonférence de la tige, c'est-à-dire des mérithalles tigellaires des phytons opposés et supérieurs. Ces plantes ont donc des feuilles pour ainsi dire disséminées et disposées d'une manière analogue, jusqu'à un certain point, à celles des tiges fasciées.

» Mais, en réalité, il n'y a pas plus de différence entre ces plantes monocotylées à feuilles plus ou moins éparses et celles qui conservent toujours leur type normal, qu'entre les dicotylées à feuilles opposées et les dicotylées à feuilles alternes.

» J'ai dit souvent que chaque groupe végétal avait pour ainsi dire son type

---

(1) Dans mes secondes Notes sur le dattier.

(2) Pipéracées, Saururées, Cabombées ou Hydropeltidées, Sarraceniées, Nymphéacées, Nélumbinées, Euryalées, Barclayées, etc., qui, selon moi, forment un groupe naturel à part dans les Dicotylés.

particulier d'organisation, sa nuance à part. Le genre *Cordyline* en offre un exemple remarquable.

» Sur toutes les plantes de ce groupe, les feuilles sont en apparence éparses, mais régulièrement disposées, et l'on sait que les filets qui les pénètrent partent de la partie supérieure et centrale des tiges, c'est-à-dire de la base des mérithalles tigellaires des phytons, dont les feuilles ne sont que les prolongements extérieurs.

» On sait encore que ces filets ont d'inégales dimensions en tout sens, dans toutes les parties de ces feuilles, et qu'ils sont beaucoup plus réduits, plus fins, plus déliés sur les bords que dans le centre.

» Coupez maintenant dans le sens longitudinal et le plus possible par le centre cette même tige de *Cordyline australis*, et votre scalpel passera naturellement par toutes les parties du point d'attache des feuilles, c'est-à-dire par le centre des unes et plus ou moins par le bord des autres.

» Vous trouverez donc, dans la partie centrale de votre tranche, des filets de longueurs et de diamètres divers, et que vous pourrez suivre supérieurement, à travers les couches ligneuses et corticales, jusque dans les feuilles ou au moins jusqu'à leurs cicatrices; et inférieurement sur tous les points de la longueur de la tige, jusque dans la partie interne du corps ligneux (région intermédiaire), en suivant avec plus ou moins de régularité l'ordre que j'ai établi *Pl. VII*, *fig.* 41-42 (1) de mon *Organographie*, avec cette différence pourtant que dans touts les Monocotylés, moins ceux qui sont articulés, ces fibres forment des arceaux plus arrondis, qui se croisent davantage dès l'origine et de plus en plus en vieillissant (*Voyez* HUGO MOHL, *Pl. Q*, *fig.* 5) (2).

» Il faut surtout se rappeler, avant d'aborder l'explication de ces phénomènes, si complexes en apparence, que les mérithalles tigellaires qui sont les seuls persistants sont tous plus ou moins directement superposés, et, dans l'origine, composés de filets parallèles plus ou moins isolés les uns des autres dans toute leur longueur, mais généralement unis entre eux à leurs extrémités mérithalliennes, de manière à former les anastomoses ou réticulations qui caractérisent généralement les divers mérithalles (3) ou systèmes distincts. Il

---

(1) Ce *chema* donne le mode d'agencement des filets dans les Dicotylés.

(2) Cette figure, la plus importante de tout l'ouvrage, n'est aussi qu'un *chema;* mais ce *chema* résume admirablement le mode d'agencement des filets dans les Monocotylés.

(3) *Voyez* GAUDICHAUD, *Organographie*, *Pl. I*, *fig.* 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

Dans un grand nombre de végétaux, ces fibres restent à distance; mais cet isolement partiel

faut se rappeler encore que, par les efforts de la végétation et spécialement de la croissance ou de la dilatation des parties, ces systèmes sont, en quelque sorte, disloqués, et que les filets qui les constituaient restent isolés, comme flottants et diversement arqués ou tendus au sein de la masse cellulaire centrale qui s'accroît incessamment et forme la véritable moelle de ces végétaux.

» Ce point admis, nous trouvons naturellement l'explication de toutes les anomalies que nous observons dans la disposition et dans l'organisation de ces filets, soit en admettant qu'ils sont originairement tous isolés; que, primitivement fasciculés, quelques-uns restent unis plus ou moins longtemps, que d'autres se greffent peut-être symétriquement et à des distances mérithalliennes données, c'est-à-dire de quatre en quatre, sept en sept, etc., ou dans un ordre quelconque résultant de la disposition des phytons et de leurs feuilles, partout enfin où peut se présenter un obstacle organique ou accidentel, un croisement, un barrage, une répulsion physiologique, etc., qui forceraient alors un filet descendant à se dévier de sa route primitive et à prendre une autre direction; phénomènes sur l'explication desquels nous n'avons rien laissé à désirer.

» Ce n'est donc pas sur des parties de tiges âgées où tout, en apparence, est confusion, qu'il faut étudier les causes des développements et des agencements, mais le plus près possible de leurs sommets et jusque dans leurs bourgeons, où tous les organes typiques se préparent, s'engendrent et se symétrisent, pour se développer ensemble et se disloquer ensuite plus ou moins complétement par les effets de l'accroissement général des parties en hauteur et en largeur. C'est ce que nous voyons dans cette tige de *Cordyline australis*, où, à de rares exceptions près et fort douteuses, nous trouvons les filets de la région centrale parfaitement libres entre eux, et sans ramifications dans toute leur longueur, c'est-à-dire depuis leur point d'attache supérieur jusqu'à l'inférieur, quelles que soient d'ailleurs les sinuosités ou ondulations qu'ils présentent, et qui sont évidemment dues soit aux déviations et contrariétés qu'ils éprouvent dans leur marche descendante à travers les filets anciens et lignifiés des mérithalles inférieurs, soit aux compressions et tractions qu'ils exercent certainement les uns sur les autres par les effets de leur accroissement mutuel et de leur isolement successif; ce qui produit aussi quelques greffes anomales.

---

ou complet des fibres qui composent les faisceaux n'est qu'une exception qui ne peut détruire la règle.

» On se tromperait fort si l'on pensait que la disposition qu'offrent les filets de la partie centrale est celle qu'ils avaient dans l'origine; si l'on pouvait croire que les arceaux qu'ils forment résultent du passage de ces filets de la partie ligneuse inférieure dans la partie médullaire centrale, de celle-ci dans la partie ligneuse supérieure, et de là, enfin, dans les feuilles; si l'on supposait que le contraire a lieu; ou, enfin, si l'on admettait que ces arceaux naissent et grandissent ainsi disposés.

» Rien de tout cela n'existe!

» Des phytons, ou, si on l'aime mieux, des protophytes se forment au centre des bourgeons, et produisent chacun un système vasculaire particulier, de la base duquel partent des vaisseaux radiculaires, simples ou rameux, qui se dirigent obliquement et plus ou moins régulièrement vers la périphérie, en se greffant et se tordant souvent entre eux (1).

» Tandis que ce phénomène s'opère, la partie supérieure de ce phyton, son appendice foliacé (son pétiole et son limbe, quand ces deux parties existent), est repoussé vers la circonférence par l'accroissement en tout sens de son mérithalle tigellaire (quel que soit d'ailleurs l'état de réduction de celui-ci), et par les nouveaux phytons qui se créent successivement dans son centre, et qui, en se développant à leur tour, le refoulent incessamment à la circonférence.

» Rien ne monte donc dans les végétaux, si ce n'est le système vasculaire primitif des phytons, qui s'étend depuis la base de leurs mérithalles tigellaires respectifs jusqu'au sommet de leurs mérithalles limbaires, au fur et à mesure que ces parties grandissent; tandis que tout nous prouve que de la base des mérithalles tigellaires partent des filets radiculaires qui, par des moyens divers, relatifs aux différents groupes végétaux, tendent à se diriger en descendant, et de proche en proche, vers la périphérie des tiges.

» Les végétaux monocotylés diffèrent donc entre eux par le mode d'agencement de leurs phytons, ou, autrement dit, par la disposition générale de leurs feuilles, d'où résultent nécessairement les modifications organiques que présentent leurs filets inférieurs, qui, tous, appartiennent primitivement aux phytons.

» Mais quelles que soient ces modifications d'agencement des phytons, de nombre, de dimensions et de disposition de leurs filets intérieurs, les végétaux monocotylés n'en sont pas moins soumis, comme tous les vrais Dico-

(1) J'ai souvent rencontré deux ou plusieurs filets tordus en corde.

tylés, aux mêmes lois de développement en hauteur et en largeur : en hauteur, par la superposition des mérithalles tigellaires des phytons qui les constituent, quels que soient d'ailleurs les dimensions et le mode d'agencement et d'enchevêtrement de ces phytons et de leurs filets ; en largeur, par l'écartement successif des parties de ces phytons, par la descension des filets radiculaires et la production des tissus cellulaires divers.

» Ces lois sont universelles, immuables et resteront telles tant que les forces qui dirigent le monde ne seront pas interverties.

» J'ai dit vingt fois peut-être, et je le dirai souvent encore, que malgré leurs types divers, les groupes végétaux n'ont qu'un seul mode de développement.

» M. de Mirbel qui critique toujours, à sa manière, les travaux de ses opposants, dit, p. 690, ligne 9 du *Compte rendu* de la séance du 12 juin 1844 :

« Ainsi le Dattier, tout monocotylé qu'il est, prend place parmi les » exogènes, en vertu de caractères non pas identiques, mais équivalents à » ceux des dicotylés. En serait-il de même des autres arbres monocotylés, » que jusqu'à ce jour je n'ai pu me procurer? Prononcer sur cette question, » en l'absence des faits matériels, *serait de ma part preuve de plus de pré-* » *somption que de savoir.* »

» Ce qui ne l'empêche pas de dire, page 695, ligne 27 : « Ainsi nous » voyons dans le *Dracæna,* comme nous l'avons vu dans le Dattier, la » partie la plus jeune des tissus végétaux, et notamment celle qui consti- » tue les filets, croître, s'allonger et monter (1) jusqu'à l'extrémité du stipe, » tandis que l'autre partie de ces mêmes filets croît (2), s'allonge et descend » jusqu'à l'extrémité de la souche. » Et un peu plus bas, ligne 34 : « Et re- » marquons que cette loi n'est pas faite uniquement pour les Monocotylés ; » elle s'applique aussi aux Dicotylés, comme je m'en suis assuré par de nom- » breuses expériences (3); d'où il résulte que dans les deux grandes classes, » les formes et les agencements, soit externes, soit internes, diffèrent,

---

(1) A partir du collet.

(2) Toujours à partir du collet.

(3) Mais où sont donc les faits qui résultent de ces expériences, puisqu'on ne nous en a pas encore montré un seul?

Malgré tous les égards que je dois à l'Académie et à chacun de ses membres en particulier; malgré toute la répugnance que j'éprouve à le faire; mais puisqu'il faut en finir sur ce point, je porte ici à M. de Mirbel un respectueux défi de nous montrer un seul fait évident qui soit à l'appui de ses assertions!!!

» tandis que la puissance organisatrice est invariablement la même. »

» Chacun ne verra-t-il pas dans cette dernière phrase non-seulement une contradiction flagrante avec ce qui a été dit page 690, ligne 9, mais la reproduction exacte de toute ma pensée, avec cette seule et importante différence que M. de Mirbel fait monter et descendre, à partir du collet, les mêmes filets, et que moi je les fais descendre depuis le bourgeon jusqu'à l'extrémité des racines.

» M. de Mirbel oublie-t-il donc qu'il n'a pas encore montré un seul fait matériel à l'appui de ses assertions?

» Ce savant ne peut se contredire lui-même d'une page à l'autre.

» Or, il est évident qu'il n'y a dans sa phrase de la page 690 qu'un langage allégorique, qui d'ailleurs lui est familier, et dont tout le monde a compris le véritable sens.

» Il serait permis et peut-être juste de répondre à cette allégorie par une parabole bien connue; mais cette forme de langage, tout académique qu'elle puisse paraître aux yeux de quelques personnes qui n'ont peut-être pas bien compris toute la portée de ce mot académique, n'est ni dans mes moyens ni dans ma nature. J'aime la vérité et je m'efforce de la peindre de mon mieux, en termes simples et clairs. Si je parviens à me faire comprendre, j'aurai complétement atteint le but que je me suis proposé. Je ne combattrai donc ici que les arguments spécieux, les faits controuvés et tous les principes contraires à la vérité; mais je les combattrai sans relâche, *par des expériences et non par sentiment.*

» Quoi qu'il en soit, M. de Mirbel avance considérablement la question en reconnaissant avec moi que la puissance (j'ai dit force) organisatrice est invariablement la même dans les Monocotylés et les Dicotylés, puisque nous ne différons plus que sur la direction dans laquelle elle s'exerce.

» Ainsi donc, et c'est là un second point essentiel à signaler, les filets de la région centrale d'une tige de *Cordyline australis* ne se croisent pas normalement en se fixant alternativement, par l'une de leurs extrémités, sur un des côtés du canal médullaire, et par l'autre sur le côté diamétralement opposé, de manière à former entre eux sur une tranche verticale de cette tige des sortes de croix de Saint-André, de X, ou à figurer, comme on l'a dit, des cônes successivement emboîtés les uns dans les autres et réunis par leurs sommets, ou enfin des sortes de clepsydres.

» Ils sont régulièrement disposés sur toute la surface interne du corps ligneux, en arceaux enchevêtrés et de dimensions très-variables, dont les

deux bases ou extrémités sont simples et non rameuses, plus ou moins directement fixées du même côté de la tige, et vont communiquer, les supérieures, aux feuilles ou à leurs cicatrices; les inférieures, à la partie intérieure du corps ligneux où, après avoir pour ainsi dire rampé quelque temps, elles vont se perdre derrière de plus inférieurs et conséquemment plus anciens.

» Ces filets sont ordinairement simples dans cet état des tiges, droits dans la plus grande partie de leur longueur; sinueux ou ondulés, et quelquefois rameux ou anastomosés vers la base; mais, contrairement aux faits avancés par M. de Mirbel, jamais au sommet!

» On sait que dans le *Dracæna draco* ils sont anastomosés, et qu'ils finissent par sécréter une matière résineuse rougeâtre qui les relie tous les uns aux autres et les convertit en une sorte de coque creuse et très-dure qui ne tient à la partie interne du corps ligneux que par quelques filaments, qui, à la longue, finissent par se briser. D'où il résulte que les rameaux de cet arbre, qui sont généralement enflés et en forme d'ellipsoïde (1), sont creux et renferment une ou deux de ces coques ordinairement libres (2), ou quelquefois adhérentes par une ou plusieurs de leurs parties, comme dans le cas que j'ai l'honneur de vous montrer.

» La tige de *Cordyline australis*, que je mets sous vos yeux, montre aussi une foule de faits curieux que le temps qu'on veut bien m'accorder ne me permet pas de décrire ici.

» Je ne puis cependant me taire concernant de jeunes bourgeons qui naissent sur toutes les parties supérieures de la tige, envoient leurs filets radiculaires sur le tronc, lesquels, vers la base, tendent, en se réunissant, à former de nouvelles racines; concernant les déviations remarquables qu'éprouvent ces filets radiculaires dès qu'ils rencontrent des obstacles sur leur passage.

» Prochainement, j'en aurai de plus remarquables encore à vous montrer.

» D'ailleurs, ces faits seront, j'espère, figurés plus tard, avec tous les utiles renseignements qu'ils fournissent.

» Dans la prochaine séance, si M. le Président veut bien m'accorder la parole, j'apporterai quelques anatomies, plus évidentes encore que celle-ci, provenant du pied même de *Cordyline australis* qui a servi aux expérimentations de M. de Mirbel.

---

(1) *Voyez* GAUDICHAUD, *Bonite*, Pl. I.

(2) *Voyez* BERTHELOT, *In Nat. A. N. C.* XV, p. 773, t. XXXV à XXXIX.

» Je tiens cette dernière tige de M. le jardinier en chef Neumann, qui, après en avoir obtenu l'autorisation, a bien voulu me la donner. »

PHYSIQUE. — *Réponse de* M. DESPRETZ *à la Note de* M. Pape *insérée dans le précédent numéro des* Comptes rendus.

« Je ne pensais pas qu'on dût insérer dans le *Compte rendu*, même par extrait, la Lettre de M. Pape. Je pensais que puisque l'Académie n'avait pas nommé la Commission demandée par ce fabricant, sa réclamation, d'ailleurs gratuite, était considérée comme non avenue. Je répondis donc à M. Bachelier, qui me demandait la Note des explications que j'avais présentées à l'Académie, que je n'avais pas de Note à donner, à moins que la Lettre de M. Pape ne fût rapportée dans le *Compte rendu*, ce qui ne me paraissait pas probable. Je priai néanmoins M. Bachelier de me faire passer l'épreuve si la Lettre était insérée. Je n'ai rien reçu. Je n'ai donc pas remis de Note. Mais j'ai vu dans le *Compte rendu*, p. 1458, ces lignes : *M. Pape soutient, contre l'opinion de M. Despretz, que c'est seulement dans les mauvais pianos que les demi-octaves extrêmes du clavier ne donnent pas de sons musicaux, c'est-à-dire des sons dont les rapports avec ceux des touches voisines puissent être nettement appréciés par toute oreille un peu exercée.*

» Puisque la Lettre de M. Pape a été rappelée par un extrait, je me trouve obligé d'y faire une réponse.

» Je savais, dans la dernière séance, que M. Pape avait prié M. Marloye, cité dans mon Mémoire, d'aller voir ses pianos. M. Marloye s'est rendu à l'invitation de M. Pape et a vu, chez ce fabricant, trois pianos à huit octaves, dont les sons aigus lui ont paru beaux, surtout les sons de l'un des trois; mais les sons de l'octave grave lui ont paru inappréciables. Il l'a dit franchement à M. Pape. Ce fabricant ne considérera pas les pianos comme mauvais ni médiocres, puisqu'ils sortent de ses ateliers. Il admettra bien aussi que M. Marloye a l'oreille un peu exercée, puisqu'il est obligé, par sa profession, d'accorder des instruments de natures très-diverses. M. Pape l'a d'ailleurs en quelque sorte pris pour juge.

» Je dois ajouter, pour être juste, qu'un artiste, qui a touché ces pianos en présence de M. Marloye, a frappé quelques notes graves au milieu des chants qu'il exécutait; ces notes graves n'ont pas produit un mauvais effet.

» M. Pape doit nécessairement, comme les fabricants les plus distingués, quelquefois établir des pianos dont les sons extrêmes, graves ou aigus, sont

nets et facilement appréciables. J'ai dit, dans mon Mémoire, *la plupart des pianos* et non *tous les pianos*.

» Je l'ai déclaré dans la dernière séance, je n'ai critiqué, je n'ai voulu critiquer personne; j'ai cité, j'ai voulu seulement citer un fait scientifique. Ce que j'ai dit dans mon Mémoire, je l'ai dit bien des fois à des fabricants qui ont suivi mon cours d'acoustique. Ils ont toujours avoué que les sons extrêmes formaient la partie faible de leurs instruments, sur l'amélioration de laquelle ils dirigeaient tous leurs efforts. Bien des personnes ont pu voir à l'Exposition publique de l'industrie, que ces efforts ne sont pas restés sans résultat, puisqu'elle présentait un certain nombre de pianos dont les sons graves et les sons aigus étaient très-beaux et très-facilement appréciables. Je regrette que M. Pape ait cru devoir adresser une réclamation à l'Académie. Il ne pouvait être attaqué par une remarque générale. Tous les fabricants de grandes orgues, de pianos, de harpes, seraient aussi autorisés que lui à adresser à l'Académie de pareilles réclamations. (*Voyez* le tome XX, page 1214, pour l'extrait du Mémoire de M. Despretz.) »

« M. **Arago** comprend difficilement comment M. Despretz a pu imaginer qu'il ne serait fait aucune mention de la Note de M. Pape. On s'est strictement conformé, dans cette circonstance, aux usages. Le Secrétaire a donné une analyse très-abrégée de la Lettre du célèbre constructeur; il a fait prier M. Despretz de rédiger sa réponse; l'honorable académicien n'ayant rien envoyé à l'imprimerie, on a passé outre. Cette marche (la marche ordinaire), est commandée par l'obligation imposée aux Secrétaires perpétuels de faire paraître les numéros du *Compte rendu* le dimanche, au plus tard. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Notice sur l'expédition de Laghouat, sous les ordres du général* Marey-Monge; *par* M. le baron **Charles Dupin**.

« Attaché par les liens d'une affection qui ne s'éteindra qu'avec ma vie, à la mémoire de mon ancien maître et votre confrère l'illustre Monge, l'Académie me permettra de lui faire hommage d'une relation de l'expédition dirigée sur la ville de Laghouat, aux confins du grand désert, par le général Marey-Monge, petit-fils du principal organisateur et fondateur de l'École Polytechnique.

» Cette expédition révèle des faits importants pour les sciences et les arts: j'essayerai de les signaler dans cette courte analyse.

» Au printemps de 1844, une première marche avait permis au général

Marey-Monge, commandant supérieur à Médéah, de conduire un corps expéditionnaire à travers les montagnes du Sahary, jusqu'à la ville commerciale ou *ksar* de Zacchar, sur la frontière septentrionale du petit désert.

» La nouvelle expédition avait pour but d'organiser un gouvernement pour de semblables villes, situées à la frontière septentrionale du grand désert, par le 34e degré de latitude.

» Une difficulté première et très-grande se présentait: c'était d'effectuer, avec des bêtes de somme, un transport de vivres suffisant pour une expédition qui ne pouvait pas durer moins de quarante jours. Les mulets, choisis pour bêtes de somme, auraient reçu leur charge complète avec les seuls vivres nécessaires à leur subsistance ; il était donc impossible de les employer.

» On eut recours aux chameaux, les uns fournis à loyer par nos sujets arabes; les autres acquis au compte de l'État, organisés en troupe de transport, et présentant les résultats les plus dignes d'attention.

» Le trajet total qu'ont parcouru les chameaux, tantôt à travers deux grandes chaînes de montagnes, et tantôt dans le désert, n'a pas été moindre de 100 myriamètres en quarante-trois jours.

» Les chameaux du train régulier, au nombre de 277, sont conduits par des soldats d'infanterie. Afin qu'on n'éprouve aucun retard pour la mise en marche du matin, il faut affecter un homme à la charge de deux chameaux. Pendant la marche, un soldat suffit pour en conduire douze. Les cinq sixièmes des militaires employés à charger les animaux restent ainsi disponibles; ils forment une troupe sans sacs, employée pour la garde et la défense du convoi pendant la marche.

» A mesure que la consommation des vivres supprimait la charge d'un chameau, cette charge était remplacée par des soldats fatigués, qu'une marche prolongée eût fait tomber malades, et qui n'eussent pas pu suivre à pied la colonne. Le transport des blessés, des malades et des convalescents sur des chameaux offre d'autant plus d'avantages, que l'homme transporté n'éprouve pas de nausées, ni de mal de mer.

» Le chameau peut manger chemin faisant, mais alors sa vitesse est moins grande que celle de l'infanterie. D'un autre côté, comme il n'a pas besoin de faire halte au milieu de sa journée de marche, il n'est pas plus longtemps en route. Lorsqu'on lui fait prendre une allure accélérée, sa vitesse surpasse d'un tiers celle de l'infanterie.

» Un animal extrêmement remarquable est le *méhari* du grand désert; il semble être simplement une variété du chameau. On pourrait, à juste titre, l'appeler *chameau de course,* puisqu'il est susceptible, assure-t-on, de par-

courir en un jour jusqu'à 30 et même 40 myriamètres. Les Français se sont procurés trois méharis qui permettront d'en bien étudier l'espèce.

» La bosse de ces animaux est très-exiguë et n'a pas de graisse. Ils soutiennent naturellement et constamment un trot comparable au grand trot d'un bon cheval, pourvu que le sol sur lequel ils marchent ne soit pas trop inégal. La selle est posée sur le garrot, en avant de la bosse; le cavalier, assis sur la selle, tient ses jambes appuyées sur le cou du méhari.

» Je reprends l'itinéraire de l'expédition. A quatorze jours de marche de Médéah, du côté du midi, se trouve le dernier poste du territoire français: c'est l'ancien ksar de *Tanguine*, déserté depuis longtemps par le commerce, comme n'étant pas assez salubre pour le séjour habituel d'une population: on s'est empressé de remettre ses murailles en état de défense, afin d'y placer un dépôt d'approvisionnements.

» Le 17 mai partit de Taguine la colonne expéditionnaire, au nombre de 2 800 hommes, avec 1 400 chameaux.

» Six jours de marche furent employés à gagner et à franchir la chaîne de montagnes dite le *Gjebel-Ammour*, pour descendre au ksar de Tejmout.

» Ce point important se trouve au confluent de deux rivières torrentueuses, dont l'une vient de la ville célèbre d'Aïn-Madhi; la réunion des deux cours d'eau conserve le nom du principal, celui de Mzi, qui descend à Laghouat, pour se jeter 12 myriamètres plus loin vers l'orient, dans l'Oued ou torrent *el-Kamar*, en face des ruines d'une grande cité romaine. Cette ville était probablement, parmi les places frontières de l'empire, la plus avancée vers le midi.

» Aïn-Madhi, ville démantelée, il y a six ans, par Abd-el-Kader, a déjà relevé ses fortes murailles. L'émir en avait fait la conquête sur un chef, marabout comme lui, sur Tedjini, qu'il voulait mettre à mort. La crainte de perdre sa tête a fait de celui-ci notre allié très-naturel; il est aujourd'hui notre feudataire pour la place forte d'Aïn-Madhi.

» Le général Marey-Monge, avec l'autorisation du gouverneur général de l'Algérie, a proclamé califat de tout le territoire riverain du grand désert Ahmet-ben-Salem. Entre les familles considérables du pays, la sienne est comptée parmi les principaux antagonistes de l'émir que nous combattons.

» A peine ces dispositions étaient accomplies, qu'on apprenait à la fois les hostilités du Maroc et la guerre sainte, prêchée au nom de l'émir, dans nos tribus de l'ouest et du sud-ouest.

» La mission française accomplie, sans qu'il eût été nécessaire de frapper aucun coup d'autorité, ni de punir aucun attentat des Arabes, le général Marey quitta la confédération des ksars, sur laquelle nous donnerons bientôt quelques détails.

» Les défilés du Gjebel-Ammour furent repassés sans éprouver la moindre hostilité; la chaîne de l'Atlas, au sud-ouest de Médéah, fut pareillement franchie sans obstacle. Enfin, après quarante-quatre jours de marches et d'opérations, le corps expéditionnaire ayant parcouru, comme nous l'avons déjà dit, 100 myriamètres, et terminé son entreprise, arrivait à Tiaret. C'était la position désignée pour tenir en respect les populations du sud-ouest de l'Algérie, en attendant les événements si graves et si glorieux qui devaient, sous peu de jours, mettre un terme à la campagne entreprise par M. le maréchal Bugeaud.

» Le corps expéditionnaire a trouvé la récompense de sa discipline parfaite, en traversant d'aussi grands espaces, au milieu de populations musulmanes, sourdement travaillées, sans qu'il y ait eu la moindre tentative de meurtre du côté des indigènes. Ceux-ci, que les réguliers d'Abd-el-Kader ne visitaient qu'en les pillant, ne se lassaient pas d'admirer que le soldat français ne prît rien sans le payer; ils étaient frappés de l'ordre parfait qui leur montrait, dans les bataillons chrétiens, malgré les diversités d'origine et de foi, des troupes amies et, pour ainsi dire, de bienveillants compatriotes.

» La constance et la vigueur de nos troupes étaient profondément éprouvées par des marches et des bivacs où l'on passait, presque sans transition, du climat froid des montagnes au milieu desquelles nos soldats voyaient encore la neige sur les sommités les plus élevées, au climat brûlant du désert, où la chaleur, au mois de mai, pendant le jour, était de 40 degrés, observés à l'ombre. Malgré ces variations extrêmes de température, et des fatigues très-grandes, à la fin de l'expédition il ne s'est trouvé qu'un malade à l'ambulance; le corps d'armée n'avait perdu personne, et deux chameaux seulement, sur deux cent vingt-sept, avaient péri.

» Dans certaines localités on a rencontré ces taons qui désolent les grands animaux et dont les piqûres multipliées peuvent les faire périr. Afin d'obvier à ce fléau, dans les haltes, on rapprochait les chameaux qu'on entourait de feux dont la fumée suffisait pour éloigner ces insectes.

» La narration du général Marey abonde en observations dont plusieurs sont fort importantes.

» Il faut placer au premier rang les comparaisons des niveaux entre les

grands plateaux du territoire africain. Quoique ces niveaux ne soient encore évalués qu'approximativement, les différences sont si considérables, qu'elles méritent au plus haut degré de fixer l'attention.

» On évalue les hauteurs au-dessus du niveau de la mer :

» 1°. La plaine de la Mitidja. . . . . 150 mètres.

» 2°. Le petit désert : partie inférieure. . . . . . . 600 mètres.

» 3°. Le petit désert : partie supérieure. . . . . . . 800 mètres.

» 4°. Le grand désert : partie inférieure du Mzi, au lac Melguing. . . . . *le niveau même de la mer.*

» 5°. Le grand désert, vers Laghouat. . . . . 600 mètres.

» 6°. Le grand désert, vers le lac de Zarhr. . . . . 700 mètres.

» 7°. Le grand désert, hauts plateaux. . . . . 850 mètres.

» C'est dans les montagnes boisées de l'Atlas qu'on trouve assez fréquemment le lion et la panthère : ils n'existent, au contraire, ni dans le petit ni dans le grand désert.

» Dès leur entrée dans le petit désert, nos soldats ont aperçu l'autruche, ainsi qu'une antilope de la plus grande espèce. Dans le grand désert ils ont vu beaucoup de vipères à cornes, qui sont extrêmement dangereuses; leur longueur atteint jusqu'à 2 mètres 50 centimètres. Il y a des lézards à queue plate et dentelée, dont la longueur est presque de 1 mètre.

» Dans la saison des pluies, les eaux tombent par torrents au milieu du désert. Le sol ne présente que des ondulations à pentes très-peu sensibles, mais qui se prêtent par cela même à des inondations subites si vastes, qu'elles suffiraient pour noyer toute une armée. « Peu de jours avant notre arrivée » à Laghouat, dit le général, plusieurs douars arabes avaient péri par cette » cause. »

» Ainsi des populations entières pourraient être ensevelies sous les eaux, dans les plaines du désert, comme le fut l'armée de Pharaon, au milieu de la mer Rouge.

» Un fait dont naguère nous avions peu l'idée, c'est que le désert n'est nullement une solitude; c'est qu'il offre, dans toutes les directions, de vastes étendues fertiles et d'un sol où la terre végétale a beaucoup d'épaisseur. Partout où les eaux apparaissent, la végétation la plus magnifique se déploie et la population se multiplie : là, les palmiers sont cultivés en grand; là, des jardins et des vergers abondent en légumes variés, en fruits savoureux.

» Dans l'hiver et le printemps, d'immenses plaines du désert se couvrent d'herbe et servent à l'élève de nombreux troupeaux; les céréales ne peuvent réussir que dans les localités sur lesquelles peuvent s'étendre des irrigations.

» Il n'y a pas de routes frayées dans le désert. On y voyage en devinant sa route d'après l'inspection des astres comme en pleine mer; et surtout à la manière du cabotage maritime, qui se dirige d'après la connaissance et l'aspect des côtes. Ainsi l'Arabe voyage en se guidant d'après la connaissance et l'aspect des oasis.

» Dans le désert, aujourd'hui même, comme autrefois sur les mers, la piraterie est pour ainsi dire une industrie générale; elle oblige les populations à se grouper par tribus ayant des chefs puissants, comparables aux chefs des clans de l'ancienne haute Écosse. C'est en s'appuyant sur cette aristocratie que la civilisation française peut étendre ses bienfaits et son empire sur les peuples du désert.

» Le mouvement commercial du désert est immense. Les Arabes apportent du centre de l'Afrique la poudre d'or, les plumes d'autruche, les dattes, les toisons de leurs troupeaux, etc.; ils rapportent en retour des grains et des produits de l'industrie européenne. Les voyages de quatre cents lieues par an que font certains marchands du désert ne s'accomplissent qu'en traversant des territoires hostiles, et qu'en combattant des brigands à poste fixe, ou des spoliateurs nomades.

» Sur les confins du désert et de l'Algérie sont situés de vastes entrepôts pour mettre en sûreté les objets d'échange; on les appelle des *ksars*. Ils sont, pour ce genre de voyage, ce que sont les ports marchands pour le négoce de la mer; chaque tribu possède le sien.

» Par la force des choses, tous ces ksars dépendent du chef politique du territoire que nous appelons le *Tell*, pays algérien qui produit abondamment les céréales dont le désert n'a point assez; de là ce proverbe des Arabes du désert: *Celui-là est notre père, qui est le maître de notre mère, et notre mère est le Tell.*

» Entre le Tell et le désert, des Arabes intermédiaires ont érigé des villes qui sont de vastes entrepôts, et pour ainsi dire, les ports de commerce sur le littoral du désert, au pied des montagnes qui, du côté du nord, le séparent de l'Algérie: ce sont les ksars.

» L'emplacement choisi pour ériger ces villes commerciales n'est nullement le fruit du hasard ou du caprice; il annonce, au contraire, un excellent esprit d'observation.

» Il faut que les ksars soient érigés sur une hauteur, pour être à l'abri des grandes inondations dont nous avons signalé le danger; ils doivent néanmoins être à proximité d'un cours d'eau qui ne tarisse jamais, ou de puits d'eau toujours potable et suffisamment abondante pour l'irrigation des jardins. On

exige encore que le terrain permette d'y creuser aisément des silos solides, propres à bien conserver les denrées qu'on y dépose. Le ksar est enceint d'une muraille défensive et de quelques tours qui mettent la place à l'abri d'un coup de main. Les jardins contigus à la ville, pour être protégés, sont pareillement enclos de murs le plus souvent crénelés.

» Rien n'est plus beau que la végétation qui se déploie autour des ksars : les amandiers, les poiriers y deviennent aussi gros que des chênes; le palmier y parvient à la hauteur de 30 mètres; les légumes y sont aussi bons qu'abondants; la récolte des grains s'y fait dès la fin de mai.

» La population des ksars fournit une force d'infanterie égale au dixième du nombre des habitants : c'est à peu près la proportion des gardes nationales dans nos places de guerre. Le commerce des ksars prospère sous l'autorité d'une administration municipale. Ces autorités forment, pour les différents ksars, une *espèce* de confédération : c'est la *kanse* teutonique du désert.

» Le général Marey-Monge donne des détails historiques sur six ksars principaux, qui sont Laghouat, Tejmout, Aouëta, Assafia, Ksar-el-Aïrane et Aïn-Madhi; ces villes constituent aujourd'hui le califat riverain du grand désert, organisé sous la domination française. Nous avons trouvé cette pléiade de républiques arabes désolées, dévastées par Abd-el-Kader, qui s'en était rendu maître par des actes multipliés de fourberie, de rapine et de cruauté que Jugurtha, dans ses plus mauvais jours, n'aurait pas désavoués. Elles jouissent maintenant de la paix et de la sécurité sous le gouvernement équitable de notre patrie.

» Laghouat, le principal ksar, qui donne son nom au district ou califat, compte 6000 habitants. Un bataillon de réguliers d'Ab-el-Kader y tenait garnison lorsque cet émir, voulant imiter le pacha d'Égypte dans le massacre des mameluks, ordonna d'arrêter tous les chefs des ksars et de s'en défaire. Les habitants prirent les armes, et tuèrent, dans l'enceinte de leurs murs, la presque totalité du bataillon de réguliers.

» Après Laghouat, le ksar ou ville commerciale d'Aïn-Madhi est la cité la plus considérable. C'est, en quelque sorte, une tribu de Lévi mahométane, concentrée dans une seule enceinte. Le marabout Tedjini, qui la commande, n'y souffre, à titre d'habitant, aucun étranger à sa nombreuse famille qui, seule, en constitue la population. La cité que régit le marabout est, pour les musulmans, une espèce de commanderie ou chef d'ordre religieux et politique, dont les succursales sont dispersées dans les villes africaines; elle y possède des écoles et des propriétés, avec des administrateurs spéciaux. Ce genre de possessions et d'influence de l'ordre des Tedjini s'étend à de grandes

distances dans l'intérieur de l'Algérie, dans le Maroc, et jusque dans la Régence de Tunis.

» Cette institution extraordinaire et puissante se trouve aujourd'hui sous la protection et l'autorité du Gouvernement français.

» L'expédition dont je viens de présenter le tableau très-succinct sourit aux amis de l'humanité : elle fait honneur à l'armée; elle fait honneur au général; elle mérite les suffrages de tous les amis de la civilisation; elle est digne de plaire à l'Académie. »

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **de Humboldt** qui vient de quitter Paris, le premier volume d'un ouvrage écrit en allemand et ayant pour titre : « *Cosmos*, essai d'une description physique du monde. »

M. **Arago** annonce qu'une traduction française de ce volume paraîtra prochainement.

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la seconde édition de son ouvrage sur l'instinct et l'intelligence des animaux. (*Voir au Bulletin bibliographique.*)

MÉMOIRES LUS.

M. **Hombron** commence la lecture d'un Mémoire sur le nord de l'Australie et sur la Nouvelle-Guinée. Cette lecture sera continuée dans une prochaine séance.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur le mode d'action qu'exerce la diastase animale sur l'amidon; par* M. **Mialhe**.

(Commission précédemment nommée.)

« Cette Note a pour but de me disculper de quelques erreurs qui m'ont été imputées par M. Lassaigne, lorsque dans son travail du 5 mai 1845, il annonce que j'ai eu tort d'admettre d'une manière générale qu'il existe dans la salive des animaux un principe analogue à la *diastase végétale*, qui jouerait le même rôle qu'elle à l'égard de l'amidon.

» Je crois devoir rappeler que toutes les recherches consignées dans mon Mémoire sont relatives à la salive de l'homme; je l'avais dit formellement,

en annonçant « l'intention de communiquer à l'Académie, dans un deuxième » Mémoire, les résultats des expériences comparatives faites avec la salive » des animaux des diverses classes. »

» Et, en effet, après avoir établi en principe que les matières amylacées n'étaient assimilables que lorsqu'elles étaient aptes à être chimiquement influencées par des alcalis, c'est-à-dire que lorsqu'elles avaient été transformées en dextrine et en glucose par un ferment animal analogue à la diastase végétale, ferment que j'avais extrait de la salive de l'homme, la première idée qui me vint à l'esprit fut celle de savoir si ce ferment était d'origine animale ou bien d'origine végétale, et, dans cette dernière supposition, si ce ferment n'était pas la diastase végétale elle-même introduite dans l'organisme animal par l'alimentation. Pour résoudre cet important problème, j'étudiai alors comparativement l'action de la salive de l'homme, celle du chien, celle du cheval et celle de la vache (1) sur l'amidon, et je ne tardai pas à me convaincre que la salive des herbivores est sans action sur la fécule, et que la salive du chien a une action manifeste, quoique incomparablement plus faible que celle produite par la salive de l'homme. Toutefois je n'en persistai pas moins à croire que tous les animaux qui vivent de féculents doivent forcément être pourvus d'un ferment diastasique propre à rendre ces matières alimentaires assimilables, et je conclus que, chez les animaux à *salive inactive*, ce ferment devait être sécrété par la glande salivaire abdominale, c'est-à-dire par le pancréas. Cette opinion n'était pas entièrement préconçue; car, pour l'admettre, je me fondais, d'une part, sur les observations cliniques de Krimer, desquelles il résulte que les maladies du pancréas amènent la constipation et l'amaigrissement : aussi cet auteur attribue-t-il au suc pancréatique non-seulement le pouvoir de neutraliser et d'assimiler, mais encore celui d'étendre et de dissoudre (Burdach); et, d'autre part, sur ce que MM. Leuret et Lassaigne avaient extrait, du suc pancréatique du cheval, de la *ptyaline*, substance qui, d'après mes recherches, doit être considérée comme n'étant autre chose que de la diastase animale altérée, ayant perdu tout pouvoir spécifique sur l'amidon.

» Entre autres savants auxquels j'ai communiqué, avant la lecture de mon Mémoire, ces résultats et l'opinion que je viens d'exposer, je puis citer M. Flourens.

---

(1) Presque toutes les salives de chien, de cheval et de vache, sur lesquelles j'ai expérimenté, m'avaient été remises par M. Bouley, professeur à l'École d'Alfort. Qu'il me soit permis de lui en adresser ici mes remercîments.

» M. Lassaigne a tiré de ses recherches les conclusions suivantes :

« Dans l'acte de la digestion des substances amylacées crues, la salive qui » est à la température du corps des animaux ne jouerait donc pas le rôle que » lui a attribué tout récemment M. Mialhe ; elle contribuerait, ainsi que la » plupart des physiologistes anciens et modernes l'ont reconnu, à humecter » les matières alimentaires et à dissoudre quelques-uns de leurs principes » solubles dans l'eau qu'elle contient. »

» Or, ces conclusions se trouvaient parfaitement réfutées à l'avance par les passages suivants de mon Mémoire :

« 1°. *Action de la salive sur la fécule crue.* — La fécule crue n'est que » très-lentement et très-imparfaitement rendue soluble par la salive ; au pre- » mier moment de contact, l'action est même nulle; mais, lorsqu'on fait » digérer pendant deux ou trois jours l'amidon dans de la salive fraîche, et » en ayant soin d'aider la réaction par une élévation de température de 40 à » 45 degrés, la transformation de l'amidon est alors manifeste, ainsi que le » prouve l'absence de coloration par l'iode et la coloration brun-jaunâtre » très-marquée par la potasse que présente la solution amilo-salivaire » filtrée.

» 2°. *Action de la salive sur la fécule crue broyée.* — Autant l'action de » la salive est lente à se produire sur la fécule crue dans l'état d'agrégation » qui lui est propre, autant elle est prompte à se manifester sur l'amidon » désagrégé par le broyage; quelques heures de contact suffisent en ce cas » pour que la transformation de l'amidon soit complète.

» 3°. Les indications qui précèdent nous permettent de concevoir pour- » quoi les animaux qui ont l'appareil masticateur ou broyeur le plus parfait, » ou bien qui ont un appareil digestif très-développé, sont précisément ceux » qui digèrent le plus aisément la fécule crue, ainsi que Stevens et plus » récemment MM. Bouchardat et Sandras l'ont constaté. »

» J'ajouterai, comme nouvelles preuves à l'appui de ce que j'ai avancé, ces passages de Burdach, qui démontrent que les aliments féculents doivent être désagrégés pour devenir assimilables :

« La mastication et l'insalivation sont une continuation de cette œuvre de » mise à mort, qui prépare et favorise la digestion. L'avoine qui échappe à » *l'action triturante* des dents du cheval sort avec les excréments, sans » avoir été *digérée :* lorsqu'on donne à cet animal de l'avoine *écrasée,* on » peut, suivant Sprangel, épargner un *sixième* de celle qu'on est dans l'usage » de lui faire manger. Chez les oiseaux qui avalent des grains entiers, le » *sable* que ces animaux introduisent également dans leur estomac paraît

» favoriser la digestion de la même manière. La coction détruit mieux encore » la vie, et rend par cela même la digestion des substances organiques plus » facile. On a trouvé qu'il fallait un *tiers moins* d'avoine au cheval, quand on » la lui donnait *bouillie* (Burdach). »

» D'après ces faits, il résulte que la fécule crue, simplement désagrégée, peut, tout comme la fécule cuite, être rendue soluble, absorbable et assimilable à la faveur de la diastase animale. Je dirai même que sans la diastase animale l'amidon ne serait absorbable en aucun cas; car, d'après les intéressantes recherches de M. Payen, l'amidon réduit à l'état d'empois, étendu d'eau, n'est pas absorbable par les spongioles radicellaires des plantes; or, très-certainement, les villosités intestinales ne sont pas pourvues de plus d'ouvertures que les extrémités absorbantes des racines. »

ANTHROPOLOGIE. — *Note sur les Indiens Joways; par* M. Jacquinot. (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« ... La vue des Pecherais, des Patagons, des Araucans et des Botocudos, et l'analogie que présentent ces divers peuples éloignés les uns des autres, m'avaient fait penser que tous les peuples de l'Amérique du Sud pourraient bien appartenir à la même race. L'examen que je viens de faire des Indiens Joways m'a prouvé que les peuples de l'Amérique du Nord avaient, avec ceux cités plus haut, les plus grands rapports, et qu'ils appartenaient, sans contredit, à la même race. Un examen de la collection de portraits de M. Catlin, représentant des types pris parmi une foule de tribus de l'Amérique du Nord, m'a conduit aux mêmes conclusions.

» Ainsi, tout me porte à croire que les deux Amériques ne sont peuplées que par une seule et même race d'hommes, dont les diverses peuplades, rameaux d'une même famille, offrent les mêmes caractères anthropologiques, et ne sont séparées que par des nuances légères qui, loin de former des races ou des espèces tranchées, présentent seulement ces légères variétés qui se retrouvent ordinairement parmi les différentes nations d'une même race.

» J'en excepte toutefois les Esquimaux et quelques tribus à peau noirâtre de la Californie, qui, suivant quelques voyageurs, paraîtraient offrir des différences assez prononcées, et qui ont besoin d'être mieux connues....

» ... Mais, indépendamment de l'analogie qui paraît exister entre tous les peuples des deux Amériques, des rapports non moins frappants, une similitude non moins complète, se montrent entre eux et d'autres peuples situés

à de grandes distances du nouveau continent. Je veux parler des insulaires de la Polynésie.

» Et cette observation ne repose pas seulement sur quelques rapports éloignés, sur quelques analogies de mœurs, de coutumes ou de langage, mais sur la ressemblance la plus exacte, la plus entière des traits du visage et de tous les caractères physiques en un mot.

» C'est avec les Nouveaux-Zélandais que les Indiens Joways offrent le plus d'analogie; c'est à un tel point que si quelques hommes de ces deux peuples étaient rassemblés dans le même lieu, il me semble qu'il serait impossible à l'œil le plus exercé de les distinguer les uns des autres (1).

» Quelques-uns de mes compagnons de voyage ont, comme moi, été frappés, au premier abord, de cette ressemblance si remarquable. »

ANTHROPOLOGIE. — *Observations sur la race américaine et les Indiens Joways; par* M. SERRES.

A l'occasion de la Note de M. Jacquinot, M. SERRES présente les observations suivantes :

« Dans l'état présent de l'histoire naturelle de l'homme, la famille américaine, l'appréciation des caractères qui en distinguent les divers peuples, offrent aux physiologistes un sujet des plus intéressants à considérer.

» La découverte peu ancienne de ce vaste continent, le peu de mélange qu'ont eu entre eux les hommes qui en étaient possesseurs avant l'arrivée des Européens, l'imperfection de leur civilisation, tout a contribué à maintenir, chez les Américains, les qualités primitives de l'espèce humaine.

» Ces qualités physiques et morales, comparées à celles des hommes de l'ancien continent, en établissant la supériorité incontestable de ces derniers, montrent les effets de la civilisation sur notre espèce, et justifient les efforts incessants de la philosophie pour en propager ses bienfaits.

» Mais, quoique peu modifiée, la race américaine n'est cependant pas identique dans tous ses membres. Cet air de famille que l'on remarque parmi les peuples qui la composent, cette conformité de coloration, cette analogie de langage que les linguistiques modernes (2) ont reconnue dans les idiomes divers des Américains, tout cela prouve bien, sans doute, une communauté d'origine, mais tout cela même est loin d'établir une similitude

(1) Il est inutile de dire qu'ici je fais abstraction des vêtements et parures, qui diffèrent nécessairement chez deux peuples dont le genre de vie est très-différent.

(2) Wiseman, Alexandre et Guillaume de Humboldt.

complète, comme l'ont pensé certains observateurs, et comme paraît le croire M. Jacquinot.

» Sur cette base commune, des diversités se sont établies, et de ces diversités sont sorties les variétés de la race américaine, comparables, sous certains rapports, aux variétés de la race caucasique.

» Deux de ces variétés ont particulièrement appelé l'attention des observateurs: la première comprend la famille toltèque, dont fait partie la race ando-péruvienne de M. d'Orbigny; famille remarquable par le groupement de ses membres et une civilisation déjà assez avancée.

» La seconde embrasse les autres nations errantes ou incivilisées du nouveau continent, rangées par M. d'Orbigny dans ses deux dernières races américaines.

» La configuration du crâne a conduit également M. Charles Morton, de Philadelphie, à deux divisions principales des peuples de l'Amérique: dans l'une, le crâne est plus arrondi; dans l'autre, il est plus allongé, division déjà signalée par M. le docteur Pucheran sur les crânes des nations de l'ancien monde (1).

» A la vérité, entre ces divisions de la race américaine, les passages de l'une à l'autre sont souvent difficiles à saisir, et de là naît la difficulté d'en formuler nettement les variétés.

» Mais cette difficulté dans la classification de la race humaine de l'Amérique n'est pas spéciale à l'anthropologie, elle se retrouve au même degré dans la mammalogie, et particulièrement dans les mammifères de l'Amérique du Sud, comme on peut en juger par le passage qui suit, que j'emprunte à notre célèbre collègue Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire:

« Je crois avoir démontré depuis plusieurs années dans mes cours, qu'en » adoptant les notions ordinaires admises sur l'espèce, il est, non-seulement » difficile, mais même *absolument impossible* de déterminer spécifiquement » ceux des mammifères sud-américains qui appartiennent à des genres nombreux en individus, et répandus sur un grand espace. Tels sont, pour rappeler ici quelques-uns des genres à l'égard desquels les zoologistes ont pu » le mieux se convaincre de leur impuissance, les Hurleurs, les Sajous, les » Ouistitis, les Phyllostomes, les Coatis et une partie des Chats et des » Cerfs (2). »

(1) Voyez *Considérations anatomiques sur les formes de la tête osseuse dans les races humaines;* par M. le docteur Pucheran. Paris, 1841.

(2) *Suite à Buffon; Zoologie générale*, page 441.

» D'après les essais de détermination de M. le docteur Pucheran, il en serait de même chez les oiseaux, pour les genres *Penelopæ* et *Ortalida* de Merrem, et les espèces du genre *Psittacus* proprement dit, dont M. Swainson a fait son genre *Chrysotis*.

» Il suit de là que les difficultés de détermination sont communes à la zoologie et à l'anthropologie, et que ces difficultés ne seront peut-être surmontées dans ces deux sciences qu'en leur appliquant les vues de la classification parallélique formulée par M. Isidore Geoffroy.

» Quant à ce qui concerne les Indiens Joways qui sont présentement à Paris, et que M. Jacquinot rapproche des Nouveaux-Zélandais, l'examen que j'en ai fait comme membre de la Commission de l'Académie m'a fait reconnaître en eux, chez les hommes particulièrement, les caractères anthropologiques des Scandinaves; les femmes, au contraire, conservent quelques traits de la race mongole que nous avions trouvés chez les Botocudos, homme et femme : caractère déjà reconnu par MM. Spix et Martius dans quelques tribus brésiliennes; par M. de Humboldt, sur les peuplades de l'Orénoque, et par M. le prince Maximilien de Wied chez les Pourys.

» Notre opiuion sur la ressemblance des Indiens Joways avec les hommes du Nord, opinion qui, lors de leur présentation à l'Académie, fut partagée par MM. de Humboldt et Alexandre Brongniart, si bons juges en cette matière, ainsi que par M. Duvernoy, donne beaucoup d'importance à une migration des Scandinaves dont nous devons la connaissance à un des philosophes les plus éminents de notre époque, M. Jean Reynaud.

» Selon notre savant philosophe, « il paraît certain, non-seulement par les » chroniques des Scandinaves, mais par le témoignage d'Adam de Brême, » qui a si bien connu tout le nord de son temps, il paraît certain qu'ils pos- » sédaient, au delà des mers, une colonie fondée par des Groënlandais, et » dans laquelle croissait la vigne, ce végétal si cher aux habitants du Nord; » cet établissement en avait même reçu le nom de Vinland, *terre du vin*. » Sa principale richesse venait du commerce des pelleteries, qu'ils faisaient » avec les naturels du pays. Comme on y arrivait en naviguant au sud à » partir du Groënland, il est incontestable qu'il devait se trouver soit dans » l'île de Terre-Neuve, soit sur la côte du Labrador. »

» Si l'on rapproche l'époque de cette migration, qui a dû se faire vers la fin du dixième siècle, de l'histoire des anciens et des nouveaux Péruviens, que nous devons à Herrera; si l'on considère que les Mexicains étaient une race étrangère qui montrait le nord aux Espagnols pour leur enseigner son origine; si l'on ajoute que la prise de possession de cette race datait du onzième siècle,

ne pourrait-on pas faire de la colonie de Vinland un des anneaux essentiels pour l'unité de l'homme dans les deux mondes?

» Nous suivrons ailleurs cette idée (1).

» Quant à ce qui concerne le rapprochement que fait M. Jacquinot entre les Polynésiens et les Américains, nous ferons observer que notre savant collègue, M. Bory de Saint-Vincent, a déjà fait peupler par sa race neptunienne le versant occidental des Andes, et nous ajouterons, en terminant, que M. Gustave d'Eichtal ne paraît pas adopter cette opinion. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur l'oxyde de zinc et sur son emploi en peinture; par* M. MATHIEU.

(Commission des Arts insalubres.)

L'auteur qui avait présenté, dans la séance du 9 septembre 1844, une Note sur le même sujet, expose avec plus de détails, dans sa nouvelle communication, les résultats auxquels l'ont conduit les recherches qu'il a poursuivies depuis cette époque. Il passe successivement en revue les divers composés métalliques qu'on a proposé de substituer à la céruse, et s'attache à prouver qu'aucun de ces corps ne saurait être adopté par l'industrie pour remplacer un produit auquel il faut cependant songer à renoncer, puisque sa fabrication et son emploi font continuellement de nombreuses victimes. La préparation de l'oxyde de zinc ne serait pas, il est vrai, complétement sans inconvénient pour la santé des ouvriers, si l'on ne prenait certaines précautions; mais, suivant l'auteur, ces inconvénients disparaissent complétement au moyen du procédé qu'il a imaginé et qu'il croit avoir porté maintenant à son point de perfection. Des produits que l'on obtient par ce procédé, une partie est complétement pure et peut être employée, d'une part, aux besoins de la médecine, de l'autre, à l'usage des artistes pour lesquels elle

---

(1) Tout étant important dans l'histoire naturelle de l'homme, si négligée jusqu'à ce jour, nous consignons ici une observation curieuse de M. le docteur Roulin :

« Dans le croisement entre le nègre et l'Américain indigène, le métis, connu dans les colo-
» nies espagnoles sous le nom de *Zambo,* a constamment les cheveux plats. Ce fait, qui n'a été
» jusqu'à présent signalé par aucun voyageur, est bien connu des habitants de la Nouvelle-
» Grenade où j'ai eu très-souvent occasion de l'observer. Je n'ai pas rencontré une seule
» exception, et j'ai été d'autant plus frappé de la nature des cheveux dans le métis qui a
» encore la moitié du sang nègre, que, dans le croisement avec le blanc, le crépu des cheveux
» du nègre se fait sentir non-seulement dans le mulâtre, dans le quarteron qui tient pour
» les trois quarts de la race blanche, mais même dans le produit du quarteron avec le blanc. »

remplacera parfaitement le composé désigné sous le nom de *blanc d'argent*; l'autre partie sera substituée avec avantage à la céruse dans la peinture en bâtiments : elle pourra être livrée au commerce à un prix peu élevé; elle foisonne beaucoup et résiste très-bien à l'action atmosphérique et aux émanations dont quelques-unes noircissent le blanc de plomb. L'auteur ne donne point la description de son appareil, mais annonce qu'il en mettra un modèle à la disposition de MM. les commissaires dès qu'ils en auront besoin pour leur Rapport.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Bâti pour les véhicules des chemins de fer. Description des perfectionnements apportés au bâti à essieux convergents postérieurement au Rapport fait sur ce dispositif en juillet* 1844; *par* M. SERMET DE TOURNEFORT.

(Commissaires, MM. Piobert, Morin.)

M. BENOUIAT soumet au jugement de l'Académie une Note sur un moyen qu'il propose pour la *direction des aérostats*.

M. *Seguier* est prié de prendre connaissance de cette Note et de faire savoir à l'Académie si elle est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

M. DA OLMI prie l'Académie de vouloir bien admettre au concours pour le prix destiné aux découvertes tendant à rendre un art ou un métier moins insalubres, diverses inventions qu'il a successivement proposées et qui ont rapport à des questions d'hygiène ou d'économie rurale. M. *Da Olmi* désigne, comme rentrant plus particulièrement dans les conditions du programme, les moyens qu'il a imaginés et fait adopter par la marine royale pour la *conservation de l'eau douce à la mer*.

(Commission des Arts insalubres.)

M. BRACHET, qui avait présenté au concours, pour les prix de Médecine et de Chirurgie, un *Traité de l'hypocondrie*, adresse aujourd'hui une indication des parties de son travail qui lui paraissent devoir, par leur nouveauté, fixer plus particulièrement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre accuse réception du Rapport qui lui a été adressé par l'Académie sur l'examen des échantillons d'opium récoltés dans les environs d'Alger. Comme il résulte de ce travail que la culture du pavot en vue de la production de l'opium peut se faire avec avantage en Algérie, M. le ministre vient d'ordonner que ce Rapport soit inséré dans le *Moniteur algérien*, et que, tiré à part, il soit réparti entre les sous-directions, les commissariats civils, les pépinières, les bibliothèques et les principaux colons.

M. Flourens présente, au nom de M. Ph. Boyer fils, le second volume de la 5e édition du *Traité des Maladies chirurgicales et des opérations qui leur conviennent*, par feu M. Boyer, membre de l'Académie.

M. Flourens présente, au nom de l'auteur, un opuscule ayant pour titre : *Rapport adressé à M. le Ministre de l'Instruction publique*, par M. le docteur Daremberg, chargé d'une mission médico-littéraire en Allemagne, et annonce les résultats obtenus dans cette expédition, qui avait pour objet la recherche de manuscrits relatifs à l'histoire de la médecine dans l'antiquité ; les principaux résultats sont les suivants :

« 1°. Collation de plusieurs manuscrits qui constituent un texte tout nouveau pour deux Traités très-importants de Rufus : *De Morbis vesicæ et renum. — De Apellationibus partium corporis humani, seu de Anathomia.*

» 2°. Copie, sur deux très-bons manuscrits, du *Synopsis* et des *Euporista* (*de Remediis parabilibus*) d'Oribase. Ces traités n'étaient, jusqu'à présent, connus qu'en latin. M. Daremberg rapporte également, du même Oribase, deux livres sur le régime des femmes et des enfants, livres entièrement inconnus, aussi bien en latin qu'en grec.

» 3°. Copie de longs fragments d'un manuscrit de Breslau, qui fait connaître l'école de Salerne sous un jour tout nouveau.

» 4°. Copie d'un manuscrit latin du IXe siècle, qui renferme des incantations païennes inconnues et extrêmement curieuses.

» 5°. Enfin, découverte du texte latin original du Traité *des Maladies des femmes* de Moschion. »

M. Morin présente à l'Académie, de la part des auteurs, MM. Gouin, Ingénieur du matériel des chemins de fer de la rive droite, et Le Chatellier,

Ingénieur des Mines, un exemplaire de leurs *Recherches expérimentales sur les machines locomotives*.

» Les exigences du service dont ils sont chargés et la nécessité de ne rien changer aux habitudes de l'exploitation des chemins de la rive droite ont empêché ces ingénieurs de donner à leurs recherches toute l'étendue qu'ils avaient jugée nécessaire et qui entrait dans leurs projets. C'est le seul motif qui les ait engagés à ne pas soumettre le manuscrit de leur Mémoire au jugement de l'Académie. Mais ce travail, qui exigeait de l'habileté d'observation, une connaissance approfondie des machines locomotives et du dévouement à la science, car ces expériences ne sont pas sans danger, contient des résultats fort remarquables et qui, en même temps qu'ils jettent du jour sur plusieurs points encore controversés, mettent sur la voie de perfectionnements dont la machine locomotive paraît susceptible.

» A l'aide d'un indicateur de la pression, MM. Gouin et Le Chatellier ont mesuré la pression de la vapeur dans la chaudière, dans la boîte à vapeur et dans le cylindre pendant l'admission, la détente et l'émission.

» Ils ont aussi cherché à déterminer la quantité d'eau entraînée par la vapeur, son influence sur la pression dans les cylindres, et commencé diverses autres études intéressantes.

» Pour donner une idée de l'utilité des résultats auxquels ils sont parvenus, nous en ferons ici une analyse succincte.

» *Comparaison de la pression dans la chaudière et dans les cylindres.* — Les courbes tracées par l'indicateur ont montré, 1°. que dans les machines locomotives, la pression qui s'établit dans le cylindre pendant la période d'admission et pendant la plus grande partie de celle de l'émission, est sensiblement constante, ainsi que je l'avais déjà déduit d'observations faites sur plusieurs machines fixes;

» 2°. Que les pressions de la vapeur pendant la détente suivent à fort peu près et avec une exactitude suffisante pour la pratique, la loi de Mariotte;

» 3°. Que le rapport de la pression dans le cylindre à celle qui a lieu dans la chaudière dépend de l'ouverture du régulateur, de la vitesse de marche et des passages de circulation; mais que, dans la marche habituelle, quand l'ouverture du régulateur est égale à $\frac{1}{20}$ ou $\frac{1}{25}$ environ de la surface du piston, la différence de pression entre la chaudière et le cylindre pendant l'admission n'est, aux vitesses de 36 à 40 kilomètres à l'heure, que de 6 à 10 pour 100 au plus de la pression dans la chaudière;

» 4°. Que la quantité d'eau entraînée augmente beaucoup cette différence de pression; ce qu'il est facile de comprendre et ce qui montre combien il importe de disposer convenablement les dômes de prise de vapeur.

» Ces expériences ont montré que cette quantité d'eau entraînée, estimée en moyenne par M. de Pambour égale à 24 pour 100 de l'eau qui sort de la chaudière, peut, selon la disposition du dôme et la hauteur à laquelle le mécanicien maintient l'eau, varier de 18 à 40 pour 100, ce qui prouve que l'estimation de la pression dans le cylindre, basée sur la quantité d'eau sortie de la chaudière, présente la plus grande incertitude.

» Un des faits les plus importants signalés par MM. Gouin et Le Chatellier, c'est que la pression résistante absolue éprouvée par le piston pendant la période d'émission aux vitesses ordinaires de marche, s'élève en moyenne à 50 pour 100 de la pression motrice absolue; ce qui dépasse de beaucoup l'estimation qui en avait été donnée par d'autres observateurs, d'après des moyens d'appréciation plus ou moins inexacts. Ce résultat, d'une grande importance, montre que si l'emploi de la tuyère offre l'avantage d'activer beaucoup la combustion, il présente le grave inconvénient d'accroître démesurément la pression résistante éprouvée par le piston, et il semble devoir engager les constructeurs à chercher d'autres moyens de produire une grande quantité de vapeur et de faciliter l'évacuation du fluide, soit par un accroissement des orifices, soit par l'emploi d'orifices particuliers d'émission. L'utilité de semblables améliorations est mise en évidence par les expériences de MM. Gouin et Le Chatellier, et on la fera facilement sentir en disant avec eux que si, par un moyen quelconque, on parvenait à annuler cette résistance, on augmenterait de 42 pour 100 le travail utile de la vapeur dans la machine qu'ils ont expérimentée. Les auteurs ont aussi fait voir que le recouvrement des tiroirs, du côté des orifices d'émission, devait être restreint à quelques millimètres au plus, et qu'en lui donnant des dimensions aussi grandes qu'on a tenté de le faire dans ces derniers temps, il en résulte une perte de travail et l'inconvénient grave de soulever quelquefois les tiroirs à la fin de chaque course.

» Enfin le Mémoire est terminé par les résultats de quelques expériences sur la résistance des trains à la traction, qui montrent que, par un temps calme, cette résistance a varié pour des vitesses de 10 à 15 mètres en 1 seconde, depuis $\frac{1}{250}$ jusqu'à $\frac{1}{125}$ environ de la charge; résultat qui se rapproche beaucoup de ceux qui ont été obtenus par la Commission de l'Académie chargée de l'examen du système de wagons de M. Arnoux, et dont M. Arago était le rapporteur.

» L'analyse succincte que nous venons de donner des principaux résultats observés par MM. Gouin et Le Chatellier montre qu'ils jettent un jour nouveau sur des effets qui n'ont été jusqu'ici qu'imparfaitement étudiés, et dont la connaissance complète serait d'une si grande importance pour le perfectionnement des transports par les chemins de fer.

» Si deux ingénieurs, chargés d'un service très-actif qui leur laisse peu de temps à consacrer à des expériences difficiles et périlleuses, ont pu trouver, dans leur dévouement, le moyen d'obtenir de si utiles résultats, que ne devrait-on pas attendre d'un système complet d'études et d'investigations de ce genre, entrepris, avec l'aide et le concours du Gouvernement, par quelques-uns des habiles ingénieurs qu'il pourrait en charger spécialement! et combien ne doit-on pas regretter qu'au moment où tant de millions vont être dépensés pour la construction des chemins de fer, le ministère des Travaux publics ne demande pas aux Chambres, pour cet objet, des crédits qui ne lui seraient certainement pas refusés! »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application du diapason à la thérapeutique.* (Lettre de M. **Amédée Latour**, adressée pour la séance du 5 mai 1845.)

« M. Despretz terminait le Mémoire qu'il a lu dans la dernière séance de l'Académie, en manifestant l'espoir de voir surgir quelques applications utiles du diapason à la pathologie.

» Les vœux de ce savant physicien ont été devancés. En 1843, comme cela résulte d'une Note insérée dans la *Gazette des Hôpitaux* (n° 49, avril 1843), et dans le *Bulletin de Thérapeutique* (mai 1843), j'ai appelé l'attention des médecins sur les avantages de l'*application du diapason au diagnostic des maladies de poitrine.* Dans tous les cas, et ils sont nombreux, où la percussion ne peut être pratiquée, tels que ceux qui résultent de la présence de cautères ou de vésicatoires, d'une éruption pustuleuse déterminée par l'emploi d'une pommade émétisée, etc., le diapason remplace parfaitement ce moyen précieux de diagnostic. Les vibrations de cet instrument sont plus ou moins intenses et sonores, selon que les poumons sont plus ou moins perméables à l'air. Les épanchements dans la poitrine se reconnaissent et se limitent très-bien par l'application du diapason.

» Depuis trois ans que l'idée m'est venue de cette application du diapason au diagnostic, j'ai eu d'assez nombreuses occasions d'en constater l'utilité pour avoir confiance dans son emploi.

» Quelques essais, qui ne sont pas encore suffisants pour que je puisse for-

muler un résultat positif, me portent à espérer que l'application du diapason pourra être d'un grand secours pour le *diagnostic des fractures du crâne*. Ce que j'ai vu me permet au moins d'appeler l'attention des chirurgiens sur ce sujet.

» Enfin, M. Despretz indiquait cette application comme pouvant être fort utile pour *juger du degré de la surdité*. Je dois dire que ce moyen a été déjà depuis longtemps mis en usage par M. Vidal (de Cassis), et que ce chirurgien distingué en a constaté les avantages. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Emploi du diapason dans le traitement des affections de l'organe de l'ouïe.* (Lettre de M. **Bonnafont**.)

« Dans une des dernières séances de l'Académie, M. Despretz, en communiquant son Mémoire sur la limite des sons graves et aigus, s'est demandé, en terminant son Mémoire, si la médecine ne pourrait pas tirer parti de l'application du diapason pour apprécier le degré de sensibilité dans le traitement des affections de l'organe de l'ouïe. Je saisis cette occasion pour annoncer à l'Académie que les vœux du savant professeur sont en partie réalisés. En 1832, chargé de préparer et de répéter le cours d'anatomie à l'hôpital d'instruction qu'on avait créé à Alger, je me livrai à quelques recherches anatomo-physiologiques sur l'organe de l'audition; et, c'est en faisant des expériences sur l'influence que divers instruments à cordes et à vent pourraient exercer sur la membrane du tympan, que j'y compris un diapason qui se trouvait placé sous ma main. Plus tard, étendant mes études aux maladies de l'oreille, et reconnaissant l'insuffisance des divers moyens pour apprécier le degré de lésion des nerfs acoustiques, j'eus l'idée de faire usage du diapason appliqué sur les différentes régions du crâne, ou seulement présenté à une faible distance du pavillon de l'oreille. Je me servis d'abord du diapason ordinaire qui donne le quatrième *la*; mais, ayant remarqué, appliqué sur le crâne de quelques sourds, que le son était entendu sur certaines régions et nullement sur d'autres, je me servis d'une série de diapasons dont le son répondait aux huit notes de la quatrième gamme du piano. Pouvant alors varier mes expériences, je ne tardai pas à constater que dans telle région du crâne où le diapason *la* n'était pas entendu, les notes des degrés inférieurs l'étaient très-distinctement : quelquefois c'était celle qui la précédait immédiatement, tandis que d'autres fois il fallait prendre le diapason de deux et même de trois degrés en dessous. J'ai remarqué que, au fur et à mesure que la sensibilité diminue, l'oreille perd la faculté d'entendre le diapason à note aiguë, tandis

qu'elle conserve celle de percevoir distinctement les notes plus graves, soit qu'on présente le diapason à une faible distance de l'oreille, soit, si la surdité est plus prononcée, qu'on l'applique sur les différentes régions du crâne. Il m'est arrivé, sur une personne qui est venue me consulter il y a environ deux ans, et que j'ai soumise à ces expériences, de n'avoir jamais pu lui faire entendre le *si* ni le *la* du quatrième degré, tandis qu'elle a saisi quelques vibrations du *mi* et distingué complétement l'*ut* de la même octave.

» C'est à l'aide de cette série de diapasons que je dois d'avoir pu diagnostiquer d'une manière plus précise certaines surdités, et de classer celles qui doivent rester incurables à toute médication. Je ne peux cependant pas préciser quelle est la note qu'une oreille menacée de paralysie entend la dernière, attendu que je n'ai pas de diapason au-dessous de l'ut_4. La perception de cette note et des deux ou trois qui la précèdent étant pour moi le signe certain de l'immobilité des caphoses, je n'ai pas songé à pousser plus loin ces expériences que je vais continuer avec des diapasons plus graves et plus aigus, et dont je donnerai connaissance à l'Académie quand les résultats me paraîtront assez nombreux et assez concluants. »

Apparition de sauterelles en Algérie. (Note de M. Guyon.)

« L'Académie a été informée de l'apparition de sauterelles qui eut lieu dans la province de Constantine, dans le courant du mois d'avril. Une apparition semblable s'était offerte, peu auparavant, dans la province d'Oran. Voici ce qu'on écrivait, à cet égard, de Sebdou, le poste le plus avancé dans le sud que nous occupions en Algérie (1):

« Dans la journée du 16 mars dernier (2), nous vîmes passer, au-dessus » de la plaine de Sebdou, des sauterelles en quantité innombrable, qui se » dirigeaient du nord au sud, vers le désert d'Angad. *Cette direction était » aussi celle du vent* (3). Le passage dura plus de trois heures.

» Les insectes qui, sans doute, n'avaient rien trouvé à manger dans le » désert, reparurent le lendemain, revenant ainsi du sud au nord; ils s'abat» tirent alors sur notre plaine, où ils eurent dévoré, dans l'espace de quatre

---

(1) Sebdou est situé à 32 kilomètres sud de Tlemcen, au centre d'une large plaine qui court de l'est à l'ouest. Au nord-est de celle-ci, est une chaîne de montagnes qui la sépare du désert d'Angad.

(2) Dans la province de Constantine, les sauterelles ont été aperçues, pour la première fois, le 6 avril. (*Communication faite à l'Académie.*)

(3) Il paraîtrait que la direction suivie par les sauterelles leur serait toujours imprimée par les vents.

» heures, tout ce qu'il y avait de végétation (1). Ils se portèrent ensuite dans » l'ouest, au fond de la partie de notre plaine qui confine au Maroc, laissant » après eux une odeur infecte d'herbes putréfiées, produit de leurs excré- » ments. Cette odeur persista longtemps encore après leur disparition. » (*Lettre de Sebdou*, du 6 avril.)

» Je remarque que personne, jusqu'à présent, n'avait encore signalé, à ce que je sache du moins, l'infection que les sauterelles répandent par leurs excréments, alors que ces Orthoptères apparaissent en masses considérables; nous ne connaissions que celle produite par leur putréfaction.

» Les sauterelles qui, à Philippeville, venaient du sud de la province, ont continué leur vol vers le nord, au-dessus de la Méditerranée; les autres, s'étant portées dans l'ouest, ont ravagé toute la côte, depuis Philippeville jusqu'à la Mitidja, plaine au sud d'Alger. Hier, 30 avril, un vol de ces Orthoptères est passé au-dessus de notre ville, à une grande élévation; il venait du sud-ouest et se dirigeait vers le nord. Le passage, commencé vers les neuf heures du matin, était terminé à trois heures de l'après-midi. Le vol n'était pas très-épais. Bon nombre des insectes voyageurs tombèrent dans les rues et sur nos terrasses, ce qui nous a mis à même d'en faire provision. »

CHIRURGIE. — *Sur l'extraction par l'urètre des corps étrangers introduits dans la vessie.* (Lettre de M. LEROY D'ÉTIOLLES.)

« Depuis le Rapport qui fut fait à l'Académie, il y a trois ans, sur les moyens proposés par moi pour l'extraction des corps étrangers introduits dans la vessie, j'ai eu l'occasion de montrer, par des faits, que ces moyens ne sont ni aussi dangereux ni aussi défectueux qu'on l'avait supposé. Les débris d'un porte-caustique extraits de l'urètre d'un homme, les fragments d'une longue tige en buis extraits de la vessie d'une femme, en ont fourni la preuve. Aujourd'hui, je viens déposer sur le bureau de l'Académie un fragment de sonde en gomme, long de 7 centimètres, que j'ai extrait par l'urètre sans incision de la vessie, chez un vieillard qui l'avait ainsi conservée trois mois.

» L'instrument dont je me sers le plus ordinairement pour l'extraction des sondes et autres corps de même nature est disposé de telle sorte que la sonde, saisie en travers, se trouve pliée, les extrémités tournées en arrière : si elle est d'un petit calibre et qu'elle puisse passer ainsi en double dans

---

(1) Cette plaine peut avoir de 28 à 32 kilomètres de long sur 12 à 15 de large. Elle est parfaitement arrosée et cultivée en céréales.

l'urètre sans le distendre, on l'amène au dehors entière; si elle est volumineuse, l'instrument la coupe en deux tronçons, dont l'un retombe dans la vessie, et l'autre, retenu entre les mors, placé naturellement dans la direction de l'urètre, suit le mouvement de sortie de l'instrument. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la cause des phénomènes physiologiques que l'on trouve quand on s'élève à une certaine hauteur dans les montagnes.* (Extrait d'une Note de M. Castel.)

« Les phénomènes physiologiques observés par les voyageurs dans leur ascension au sommet des montagnes sont le produit de la diminution de la pression de l'atmosphère; non que cette pression soit, comme certains auteurs l'ont avancé, l'agent immédiat du mouvement du sang dans les dernières ramifications artérielles et dans les veines, mais elle exerce une influence directe et incessante sur la contractilité, de laquelle le cours des liqueurs animales n'est jamais indépendant. Les modifications de l'une doivent donc amener les anomalies de l'autre. La contractilité est d'autant plus en échec, que la pression atmosphérique a subi un abaissement plus considérable. C'est dans ces rapprochements qu'il faut chercher la véritable explication des phénomènes qui ont été exposés devant l'Académie des Sciences par M. Lepileur... La distinction qu'a proposée ce voyageur entre les phénomènes de la raréfaction de l'air et ceux qu'il attribue au mouvement musculaire, me paraît sans fondement. S'ils laissent voir moins de violence dans le cavalier que dans le piéton, c'est que, dans l'un, l'action de la plus grande partie des muscles ne s'exerce point, tandis que, dans l'autre, elle est assujettie à de continuels efforts. »

« M. **Élie de Beaumont** rappelle, à cette occasion, que les effets physiologiques produits par les ascensions à de grandes hauteurs, paraissent varier beaucoup avec la complexion des individus.

» M. Boussingault et le colonel Hall, accompagnés d'un nègre, se sont élevés le 16 décembre 1831, à 6004 mètres de hauteur, sur les flancs du Chimborazo, et ils y ont éprouvé les symptômes attribués à la raréfaction de l'air (1), d'une manière bien moins sensible que ne l'ont fait plusieurs des voyageurs qui ont gravi le Mont-Blanc, élevé seulement de 4810 mètres.

---

(1) Boussingault, *Annales de Chimie et de Physique*; 2e série, t. LVIII, p. 164.

» M. Victor Jacquemont est monté le 16 août 1830, près du col de Kioubrong, dans l'Himalaya, sur un plateau élevé d'environ 5600 mètres, et n'y a de même ressenti que très-faiblement les effets de la raréfaction de l'air. Voici en quels termes il s'exprime à cet égard.... « J'y montai d'un pas rapide, par une pente très-douce, et y marchai plus d'une heure avec » vitesse, sans ressentir aucune lassitude particulière causée par l'élévation, » aucuns maux de tête ni d'oreilles, aucune tendance au sommeil, rien enfin » de particulier, peut-être qu'une légère anhélation; et, en effet, après » quelques minutes de repos, mon pouls battait 82 pulsations (1). »

» On peut objecter, à la vérité, que lorsqu'il s'est élevé à cette hauteur de 5600 mètres, Victor Jacquemont venait de séjourner pendant plusieurs jours à des hauteurs déjà très-considérables; M. Élie de Beaumont cite une ascension à laquelle il a pris part, pour montrer qu'on peut franchir rapidement d'assez grandes distances verticales sans en éprouver aucun effet appréciable. Il est monté sur l'Etna le 19 septembre 1834 avec M. Léopold de Buch, M. le professeur Link, M. Achille Richard (membre de l'Académie des Sciences), et plusieurs autres savants. Le trajet, à partir du bord de la mer, à Catane, dura environ douze heures, et, lorsqu'au lever du soleil, les douze personnes dont la caravane se composait se trouvèrent réunies sur le bord du cratère, à environ 3310 mètres de hauteur, aucune d'elles ne se plaignit, ni d'avoir envie de dormir, ni d'aucun autre malaise que d'un froid assez vif.

» Il est vrai que l'ascension s'était faite, en partie, à dos de mulet; mais M. Élie de Beaumont est monté plusieurs fois, à pied, en quelques heures, à une hauteur à peu près égale et même supérieure à celle de l'Etna, en franchissant des distances verticales plus grandes que celle qu'ont à franchir, dans la dernière journée de la course, les personnes qui gravissent le Mont-Blanc, et il n'a jamais éprouvé d'autres symptômes que ceux résultant naturellement d'un exercice violent et d'un froid plus ou moins intense. »

MÉDECINE. — *Réflexions et observations sur les fièvres épidémiques réputées, tour à tour contagieuses et non contagieuses; par* M. **Hombron**. (Extrait par l'auteur.)

« Dès 1826 (2) j'ai fait sentir la nécessité de distinguer l'infection miasmatique de l'infection par contagion; j'ai cherché à définir ces expressions *in-*

(1) Victor Jacquemont, *Voyage dans l'Inde;* t. II, p. 297.

(2) *Réflexions sur la fièvre jaune;* thèse soutenue à Paris le 14 avril 1826.

fection et *contagion*, car on ne s'entendait pas bien alors sur leur valeur, il en résultait une grande difficulté pour s'entendre dans la discussion.

» L'infection, en général, est l'introduction d'une substance délétère dans l'économie animale : elle est spontanée ou spécifique : dans le premier cas, elle résulte de l'infection de l'air par les miasmes et par les effluves ; dans le second, elle est le résultat d'un virus, principe inhérent à quelques-unes des matières animales et susceptible de transmettre l'affection qui l'a produit. Telle est la contagion.

» Les miasmes et les effluves n'ont jamais rien de spécifique ; ils ne varient point dans la nature de leurs éléments, seulement ils saturent plus ou moins l'air. Dans ce sens, ils sont plus ou moins dangereux.

» Malgré l'unité de leur composition, toutes les fièvres épidémiques leur doivent cependant leur existence : la petite vérole, la rougeole, la scarlatine, les typhus, le choléra, les fièvres intermittentes sont tous des empoisonnements par suite de l'absorption des miasmes et des effluves.

» Comment se fait-il qu'une même cause produise des effets si différents? La raison de ces différences est dans la nature même de notre organisation, qui varie d'âge en âge.

» La résistance à l'action des miasmes et des effluves n'est bien à l'épreuve de leurs atteintes qu'autant qu'on en a mieux émoussé les traits durant sa jeunesse.

» Les premiers effets des miasmes sur l'homme sont la variole, la rougeole, la scarlatine. S'il a passé par tous ces degrés de l'infection miasmatique, il n'est plus guère passible, dans nos climats, que du typhus, des fièvres typhoïdes et des fièvres intermittentes.

» Beaucoup de médecins ont constaté ces faits, sans cependant tirer de conséquences de cette identité de causes ; de là, cette singulière dissidence de contagion pour les unes et de non-contagion pour les autres.

» En général, on a abusé de la contagion pour expliquer ce que l'on ne pouvait comprendre de prime abord : la contagion bien constatée de la variole a servi de base aux théories plausibles des contagionistes ; mais la variole est une exception parmi les fièvres miasmatiques ; elle excrète un fluide particulier, dont l'inoculation renouvelle la maladie.

» On trouve dans l'air toutes les causes des fièvres épidémiques, et la contagion n'est point nécessaire pour expliquer leur propagation. La réunion d'un grand nombre d'hommes altère assez l'air pour qu'un enfant y puise le germe de la variole, de la rougeole ou de la scarlatine. Les conscrits qui pro-

viennent de nos campagnes ne sont pas moins susceptibles; peu de temps après leur arrivée dans les casernes, ils sont affectés de rougeole.

» Lorsque le typhus frappe une ville, il ne règne jamais seul; la variole, la scarlatine, la rougeole, les fièvres typhoïdes, les fièvres intermittentes pernicieuses composent son sinistre cortége.

» Dans deux circonstances graves j'ai pu constater que le typhus n'était point contagieux : les médecins employés près des malades en mouraient, hors du foyer d'infection, sans le propager autour d'eux. Ce que l'on a écrit pour expliquer la contagion du typhus est purement théorique et hypothétique.

» La ressemblance du typhus et de la peste du Levant autorise à dire, par analogie, que l'on peut la contracter avant de quitter les pays où elle est endémique, mais que ces sortes d'infections resteront isolées à bord, parce qu'en fuyant la côte on fuit l'infection. Si ce même navire, encombré de passagers, devenait tout à coup un foyer d'infection, ce ne serait point la peste du Levant qui s'y développerait, ce seraient le typhus et la variole.

» La quarantaine pour les navires, la séquestration pour les villes ne peuvent être que nuisibles, parce que le seul moyen de couper court aux effets de l'infection, c'est d'en fuir le foyer.

» L'action des effluves et des miasmes est proportionnelle à l'étendue de leur foyer; il n'est donc point admissible que la cale d'un ou plusieurs bâtiments puisse infecter l'air de toute une ville. En cela les contagionistes ont été conséquents, en recourant à l'auxiliaire de la contagion.

» Mais la contagion se propage lentement, parce qu'elle ne peut résulter, ainsi que le démontre la variole, que d'un travail morbide qui exige un certain temps. Toute épidémie débute à la fois sur divers points fort éloignés des villes qu'elles vont désoler, puis s'étend rapidement.

» Les lazarets, comme lieux de quarantaine, ne peuvent être que nuisibles, puisqu'ils prolongent l'état de souffrance et de privation des traversées.

» Les lazarets, comme succursales des hôpitaux maritimes, rendraient de véritables services, parce qu'ils donneraient le moyen d'éviter l'encombrement des maladies graves, et celui de placer les nouveaux venus dans les meilleures conditions possibles par rapport à la pureté de l'air : en effet, les seules approches de la terre affaissent singulièrement les personnes prostrées par des maladies graves développées à la mer; l'air des villes est pour elles un nouveau poison.

» Tout le monde sait que les fièvres intermittentes des marais sont le pro-

duit des effluves; mais ce que l'on sait moins en Europe, c'est que le choléra provient du mélange des effluves et des miasmes : c'est ce que prouverait l'étude topographique de tous les foyers d'où ce fléau s'est répandu lors de sa dernière pérégrination. Malheureusement, la médecine est une branche de l'histoire naturelle qui n'a pas encore eu ses voyageurs; aussi l'histoire des fièvres épidémiques est-elle loin d'être complète.

» Les praticiens s'accordent enfin aujourd'hui à considérer le typhus comme un empoisonnement miasmatique; nul doute alors que la peste du Levant n'ait la même origine; elle devrait ses caractères spécifiques à la nature des climats du fond de la Méditerranée, du côté de l'est. Je ne puis me défendre d'y trouver une sorte de ressemblance avec le typhus compliqué de fièvre jaune.

» Les fièvres typhoïdes n'ont pas la même étiologie que le typhus : le défaut d'exercice, le manque de lumière, une nourriture mal choisie, ou trop économique, une succession de mauvaises digestions, la constipation habituelle, sont leurs causes les plus immédiates. Elles sont le résultat de l'imperfection des fonctions. C'est une sorte d'intoxication interne.

» Je n'ai pas mentionné la fièvre jaune dans ce court aperçu, parce qu'elle est à mes yeux un scorbut par défaut d'air relativement assez réparateur; le scorbut compliqué de typhus ne constitue pas une maladie spéciale. J'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie un travail particulier sur ce sujet. »

M. **Pappenheim** écrit que, dans une Note qu'il avait adressée sur ses recherches concernant les *maladies de l'oreille,* quelques-unes de ses idées étaient exprimées d'une manière inexacte, et il indique les rectifications suivantes :

« 1°. Ce n'est pas comme résultat du cathétérisme, mais bien comme » conséquence de *fièvre typhoïde,* que j'ai trouvé quelquefois la cholestérine » dans l'oreille moyenne et interne.

» 2°. Ce n'est pas la présence des *cristaux de carbonate de chaux* dans » l'oreille interne, laquelle est constante, mais bien l'*augmentation anor-* » *male,* qui, d'après mes recherches, a été, dans quelques cas de surdité, le » seul fait pathologique que j'aie pu constater. »

M. **Siret** écrit relativement à son *procédé de désinfection* et aux imitations que, suivant lui, on en a faites depuis.

M. **Pouchet**, auteur d'un Mémoire sur l'*ovulation spontanée,* qui a obtenu,

au concours de 1843, le prix de Physiologie expérimentale, demande l'autorisation de reprendre pour un temps limité les dessins joints à son Mémoire qu'il se prépare en ce moment à livrer à l'impression.

Cette autorisation est accordée.

M. Berger demande l'ouverture de deux paquets cachetés qu'il avait déposés en date du 2 novembre 1841 et du 14 février 1842. Ces paquets, ouverts en séance, se trouvent contenir deux Notes dont la première, très-courte, a rapport à la *découverte d'une espèce d'animalcule vivant dans le cérumen de l'oreille chez l'homme*, et dont la seconde, qui a rapport au même fait, contient, avec une description plus détaillée du même animal, un examen de la composition du cérumen et des différents corps organisés que l'on y trouve.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. F.

ERRATUM. (Séance du 12 mai 1845.)

Page 1219, ligne 10, *au lieu de* contre-bande basse, *lisez* contre-basse.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 19; in-4°.

De l'instinct et de l'intelligence des Animaux. — Résumé des observations de FRÉDÉRIC CUVIER; *par* M. FLOURENS, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; 2e édition. Paris, 1845; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; avril 1845; in-8°.

Voyages de la Commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sous la direction de M. GAIMARD; 30e livraison; in-folio.

Traité des maladies chirurgicales et des opérations qui leur conviennent; par M. BOYER; 5e édition, publiée par M. PH. BOYER; tome II; in-8°.

Compendium de médecine pratique; par MM. BÉRARD *et* DENONVILLIERS; tome Ier; in-8°.

Recherches expérimentales sur les Machines locomotives; par MM. GOUIN *et* LE CHATELLIER; in-4°.

Rapport adressé à M. le Ministre de l'Instruction publique, par M. le docteur DAREMBERG, *chargé d'une mission médico-littéraire en Allemagne;* brochure in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; par M. CH. D'ORBIGNY; tome VI, 62e livraison; in-8°.

Des Puissances et des Fortifications au moyen des eaux de la mer. — Idées sur l'art de diriger les Aérostats par l'effet d'une puissance aérienne, et de leur utilité pour la défense des côtes; par Mme TESSIORE, *née* VITALIS. Paris, 1845; brochure in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; mai 1845; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; par M. VIOLLET; avril 1845; in-8°.

L'Abeille médicale; 3e année; mai 1845; in-4°.

Bulletin des Académies; Revue des Sociétés de médecine française et étrangères; 1re année; mai 1845; in-4°.

The Edinburgh... *Nouveau Journal philosophique d'Édimbourg, sous la direction de* M. JAMESON; janvier-avril 1845; n° 76; in-8°.

Calcutta... *Journal d'Histoire naturelle de Calcutta, publié par* MM. MAC-CLELLAND *et* GRIFFITH; n°s 17-20; in-8°.

The medical Journal; n° 293.

Kosmos, éntwurf... *Cosmos, Essai d'une description physique du Monde; par* M. AL. DE HUMBOLDT; vol. Ier. Stuttgard et Tubbingen; 1845; in-8°.

Giudizio... *Jugement de la Chambre royale d'Agriculture et du Commerce de Turin sur la quatrième exposition des produits de l'Industrie et des Arts, et renseignements sur l'Industrie piémontaise, recueillis par* M. C.-J. GIULIO. Turin, 1845; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 20; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 56 à 58.

L'Écho du Monde savant; n°s 35 et 36; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MAI 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les applications de l'électrochimie à l'étude des phénomènes de décomposition et recomposition terrestres; par* M. BECQUEREL. (Premier Mémoire.)

« On est assez disposé à rapporter à l'électricité la production des phénomènes dont la cause est inconnue; la physiologie et la géologie donnent, sous ce rapport, un libre essor à l'imagination de ceux qui veulent tout expliquer. Mais si ces personnes voulaient bien se rendre compte de l'action de l'électricité comme force physique et force chimique, elles ne s'égareraient pas.

» Le but que je me propose, dans ce Mémoire et dans les suivants, est de montrer que, pour appliquer utilement l'action chimique de l'électricité à l'étude de certains phénomènes géologiques, il faut s'appuyer sur des faits et reproduire les phénomènes, marche qui est la plus rationnelle pour arriver à la vérité.

» Si l'on se rappelle ce principe général que, partout où il y a action chimique quelque faible qu'elle soit, il y a toujours un dégagement d'électricité, donnant lieu à des courants électriques, si cette source est en rapport avec

des corps conducteurs, et d'où résulte des décompositions et recompositions continuelles, on concevra facilement combien leur mode d'action doit être fécond dans la nature.

» Je vais indiquer tout de suite la marche que je me propose de suivre, afin que l'on puisse voir de quelle manière j'envisage les applications de l'électricité à la géologie. Tout le monde sait qu'il s'est opéré à diverses époques, et qu'il s'opère encore de nos jours, mais sur une échelle beaucoup moins étendue, à la surface et dans l'intérieur du globe, une foule de changements dus à des causes physiques ou chimiques; pendant que ces changements ont eu lieu, il s'est manifesté fréquemment des effets électriques produisant des actions chimiques dont on ne connaissait pas jadis l'origine, et que je me propose d'analyser. Il est donc indispensable de présenter un tableau de ces changements, qui servira en quelque sorte de thème à mes expériences.

» L'eau et l'air, voilà les grands agents destructeurs, soit qu'on les envisage sous le point de vue physique ou chimique. L'eau est salée ou douce, et doit exercer par conséquent des effets dépendant des substances qu'elle tient en solution. L'eau salée des mers renferme des chlorures, et particulièrement du chlorure de sodium; celle de certains lacs contient également des chlorures, mais en outre du carbonate de soude et d'autres sels qui produisent des efflorescences dans les grandes chaleurs. Ces eaux, comme en Égypte, réagissant sur les roches contiguës, donnent lieu à des effets qui ont déjà été examinés.

» Les eaux douces ont nécessairement une action plus bornée : prises à peu de distance de leur source, leur composition est sensiblement la même; mais à mesure qu'elles s'en écartent, elles sont modifiées; peu à peu, elles laissent déposer les substances qu'elles tenaient en suspension ou en solution, en raison d'une moindre vitesse de l'évaporation ou d'un abaissement de température; puis elles enlèvent au sol sur lequel elles coulent, de nouveaux principes et des matières organiques qui, s'y décomposant, lui fournissent des composés qui s'y dissolvent. Toutes ces substances, les unes dissoutes, les autres déposées sur les bords ou dans les deltas, en réagissant les unes sur les autres, donnent nécessairement lieu à des effets électriques, sources de nouvelles actions chimiques.

» Les composés solubles qu'elles renferment le plus habituellement sont les chlorures alcalins et terreux, qui vont se joindre aux sels que la mer renferme déjà.

» L'eau de l'Océan contient par litre en moyenne 36^{gr},5 de matières salines.

Outre les chlorures de sodium et de magnésium qui en font la base, on y trouve quelquefois du chlorure ammonique, des iodures de magnésium et de sodium, et même des bromures. L'eau de la mer Morte a une composition différente : le chlorure de magnésium y domine, on y trouve des chlorures de sodium, de calcium, de potassium, d'aluminium, de manganèse, et du sulfate de chaux. Ces sels y entrent pour un quart du poids des eaux.

» La salure de la mer est attribuée à plusieurs causes, aux eaux thermales, qui y arrivent par une infinité de fentes, à l'eau des fleuves qui s'y déversent, laquelle, à la vérité, ne renferme qu'une petite quantité de sel; mais, comme cette quantité y reste constamment, au fur et à mesure que la mer perd une partie de ses eaux par l'évaporation, sa salure ne peut qu'augmenter insensiblement; on conçoit parfaitement que si la quantité d'eau évaporée est plus grande que celle apportée par les fleuves, la salure augmente; si le contraire a lieu, elle diminue. Dans le premier cas, il arrivera un instant où la nappe d'eau sera entièrement desséchée et sera remplacée par un banc de sel, qui en se recouvrant peu à peu de détritus de roches, constituera avec le temps un banc de sel gemme.

» On ne connaît pas le rapport existant entre les quantités d'eau qui s'évaporent journellement des mers et celles qui y retournent par l'intermédiaire des fleuves, des courants d'eau sous-marins. On sait seulement, d'après un jaugeage des eaux de la Seine, à Paris, que le volume de l'eau qui passe annuellement sous les ponts n'est guère que le tiers de celui qui tombe en pluie dans le bassin de la Seine. Les deux autres s'évaporent donc ou retournent à la mer par des voies souterraines, ou servent à entretenir la vie animale et végétale.

» D'un autre côté, il faut admettre que les couches qui se refroidissent, suivant leur nature, absorbent de l'eau qui est en partie combinée, en partie interposée, ce qui diminue d'autant la quantité de celle qui est libre à la surface du globe.

» L'air agit comme force mécanique et comme force chimique; sec et calme, il est absolument sans action sur les roches; humide, c'est l'inverse. L'eau à l'état de pluie dissout les sels résultant des réactions, et précipite sur la surface de la terre les matières pulvérulentes tenues en suspension dans l'air.

» Si nous portons nos regards sur les nombreuses roches qui composent la croûte du globe, nous les trouvons partagées en deux grandes classes : roches cristallisées, d'origine ignée; roches sédimentaires, d'origine aqueuse.

» Les roches cristallisées qui occupent la partie inférieure de l'écorce du

globe forment le fond des bassins où ont été déposées les roches sédimentaires; elles sont traversées souvent par des fissures ou fentes, remplies postérieurement par des déjections venues de l'intérieur, ou quelquefois par des alluvions. Certaines roches, comme les diorites, présentent des divisions en boules, dues soit à un commencement de décomposition, soit à des centres d'actions qui se sont établis au moment de la solidification et autour desquels se trouvent les parties le plus intimement combinées. Un mouvement moléculaire lent et graduel a donc dû s'établir de la surface au centre, jusqu'à ce que les molécules aient pris un état d'équilibre stable. Pendant ce changement dans l'état d'agrégation, les agents atmosphériques exercent leur action.

» Les roches stratifiées, qui n'ont pas été soulevées, se présentent en couches horizontales, légèrement ondulées, changeant de nature quand les eaux qui les déposaient renfermaient de nouveaux éléments. Les eaux étant tranquilles, les substances les plus pesantes, tenues en suspension, ont dû se précipiter les premières, puis celles d'une densité moindre; ainsi de suite. Les substances dissoutes sont venues ensuite. Les couches des grès occupent effectivement le fond des bassins; au-dessus sont les argiles, les calcaires, et, enfin, les parties les plus ténues. Ces dépôts de nature diverse s'effectuant par transitions lentes, le grès a dû passer au calcaire, par des mélanges en différentes proportions, de même que l'argile a dû entraîner du calcaire en se déposant. Mais comment ont eu lieu ces dépôts de calcaire qui constituent nos terrains stratifiés? d'où provient cette énorme quantité d'acide carbonique combiné avec la chaux? le calcaire était-il tenu en dissolution par un excès de cet acide? Tout ce que nous savons, c'est que, selon que l'action a été plus ou moins lente, on a eu un dépôt cristallin ou amorphe, qui a incrusté les coquilles ou autres corps organisés qui se trouvaient sous les eaux. Les eaux chargées de calcaire, en traversant des lits de sable ou de graviers, en ont cimenté peu à peu les parties qui, réunies, ont fini par former de véritables grès à ciment calcaire, à structure plus ou moins lâche. Les eaux tenant en dissolution de la silice ont produit des grès à ciment siliceux. Lyell cite, dans le *Hertfordshire*, des poudingues qui ont eu une semblable origine. L'adhérence des parties est si grande, qu'il est impossible de les séparer par la percussion sans les briser. Le même géologue attribue à une cause semblable la dureté qu'acquièrent les pierres calcaires qui restent longtemps exposées à l'air, après avoir été tirées de la carrière. Les eaux, renfermées dans les cavités en s'évaporant, y déposent le calcaire qu'elles tenaient en dissolution et cimentent ainsi toutes les parties. Le fer et la silice,

en dissolution dans l'eau, doivent produire des effets semblables à l'égard des substances qu'elles imbibent. On peut, en électrochimie, reproduire ces phénomènes.

» Les dépôts s'opérant au fond des mers, la pression a dû exercer une grande influence sur la cohésion des parties. La température de la terre à la surface n'étant plus aussi élevée, l'atmosphère ne renfermant plus autant de gaz acide carbonique, ni les eaux autant de carbonate de chaux qu'à l'époque où les terrains stratifiés se sont formés, il n'est pas étonnant que les choses ne se passent plus de même aujourd'hui. Si nous examinons les dépôts modernes, nous voyons que les deltas des grands fleuves, comme le Gange, le Mississipi, sont composés, jusqu'à la profondeur de 10 mètres, de dépôts successifs d'alluvions en couches horizontales, qui ne rappellent en rien les dépôts calcaires; les cours d'eau qui circulent dans l'intérieur de la terre forment des dépôts semblables, puisqu'il arrive souvent que des eaux qui s'enfouissent troubles, sous la terre, reparaissent limpides à une distance plus ou moins grande. Ces dépôts sont composés de toutes les substances entraînées ou enlevées par elles aux roches et terrains qui se trouvent sur leur passage. Les cavernes à ossements, les fentes remplies de brèches calcaires osseuses, et même quelques filons ont dû avoir une origine semblable.

» On trouve aussi des dépôts de ce genre dans les grands lacs, qui se remplissent de débris de roches arrachés aux montagnes. Le fond, en s'exhaussant continuellement, force les eaux à sortir de leur bassin, qui se trouvent par là soumises à une évaporation plus considérable, qui finit par amener leur dessèchement. L'Auvergne et le Cantal nous offrent des exemples d'anciens lacs ainsi desséchés qui sont couverts aujourd'hui d'une riche végétation.

» La mer agit physiquement et chimiquement. Dans le premier cas, elle enlève les sables et les cailloux d'une côte pour les transporter sur une autre, avec des coquilles et des débris de corps organisés. Les eaux déposent-elles, entre toutes les parties incohérentes, des concrétions calcaires, il en résulte des espèces de grès comme la Guadeloupe nous en offre un exemple. Dans le second, l'eau de la mer réagit, à l'aide des sels qu'elle renferme, sur diverses substances minérales qu'elle baigne, et d'où résultent divers produits, que je ferai connaître dans ce Mémoire et dans le suivant.

» L'air et l'eau, avons-nous déjà dit, renferment les éléments les plus actifs des réactions chimiques terrestres, l'air en fournissant de l'oxygène et de l'acide carbonique; l'eau, de l'oxygène quand elle est décomposée, son acide carbonique et les différentes substances qu'elle contient, en même temps qu'elle dissout les composés solubles. A l'état de vapeur, son action est

des plus actives, parce qu'elle mouille toutes les surfaces. Le fer, si répandu dans la nature, est l'élément qui reçoit le premier les effets de l'action combinée de l'air et de l'eau; en passant à l'état d'hydrate de peroxyde, il entraîne la décomposition des substances qui le renferment. Les pyrites se changent en sulfate ou bien perdent leur soufre en prenant de l'oxygène et de l'eau; tout en conservant leurs formes, certaines roches se désagrégent complétement. L'eau, en outre, dissout le sel gemme et le gypse, en laissant à la place qu'ils occupaient des cavités plus ou moins vastes. Quand elles tiennent en dissolution différentes substances, il en résulte des effets particuliers, comme ceux observés par M. Fournet à Pontgibault, dans le filon du Pré, sur l'action dissolvante des eaux chargées de carbonate alcalin sur le sulfate de baryte.

» La décomposition lente et graduelle de certains granites, de basalte, etc., attire depuis longtemps l'attention des géologues. Cette décomposition a lieu surtout aux points de jonction des formations d'époques différentes. La composition de ces roches entre pour beaucoup dans les productions du phénomène, puisque toutes ne la présentent pas au même degré. On trouve, en effet, des localités où la décomposition est peu avancée; d'autres où elle l'est davantage; d'autres enfin, où elle est complète comme en Bourgogne, dont le sol, dans certaines contrées, est recouvert de sable provenant de la décomposition des granites. Dans les basaltes, les phonolites, la décomposition commence par les pointes, les arêtes, les parties les plus exposées aux influences atmosphériques; on l'a appelée globulaire, en raison de la forme arrondie que prennent de plus en plus les substances qui y sont exposées. Les obsidiennes ainsi que le fer spathique éprouvent une décomposition analogue de la surface au centre, mais sans changer de forme. M. Fournet, qui a fait une étude spéciale de ce phénomène sur différentes roches, a suivi les effets de la décomposition depuis la surface jusqu'aux parties intactes. Ses observations doivent être prises en considération dans l'examen des actions lentes.

» Quand les basaltes, les phonolites commencent à se décomposer, elles se parsèment d'une multitude de petites taches grises plus ou moins rapprochées et rayonnantes, ayant un aspect terreux. Les masses se divisent alors suivant trois plans rectangulaires conduisant à la forme cuboïde, puis à la forme sphérique quand les angles s'émoussent; immédiatement après, commence l'exfoliation concentrique. Les granites qui présentent une division parallélipipédique ont aussi une tendance à se décomposer sur les arêtes, à la manière des basaltes.

» Toutes les roches qui se décomposent ainsi sont celles renfermant du feldspath à base de potasse ou de soude; ce composé, en perdant une portion de son silicate alcalin par l'action des eaux chargées de gaz acide carbonique, entraîne la décomposition des roches elles-mêmes.

» Il est un autre ordre de phénomènes qu'on n'a pu reproduire encore et qui intéresse vivement l'électrochimie en raison des effets de transport qui l'accompagnent; je veux parler des pétrifications. Les corps organisés, déposés dans les terrains sédimentaires, ne se présentent pas tous dans le même état : tantôt ils ont été décomposés sans laisser aucune trace de leur existence; tantôt des dépôts, les ayant entourés de toutes parts, les ont préservés de toute altération ou bien ont contribué à leur pétrification. Il résulte de là que nous retrouvons souvent ces corps dans l'état où ils étaient lors de leur enfouissement ou bien ayant subi des changements dus aux substances enveloppantes qui se sont souvent substituées en leur lieu et place de manière à ne laisser aucune trace de la matière organique.

» Pour expliquer ces différents effets, on admet que les corps se sont laissé pénétrer par des eaux tenant en dissolution du carbonate de chaux, de la silice et autres composés, puis, qu'ayant éprouvé une décomposition lente dans la terre, leurs molécules ont été remplacées par des molécules de calcaire, de silice, etc., quoi qu'il en soit, on n'a pas pu reproduire ce phénomène; l'électrochimie, jusqu'à un certain point, peut y parvenir.

» Tels sont les effets généraux de décomposition qui attirent l'attention des géologues, parce qu'ils frappent tous les yeux; mais il en est d'autres, pour ainsi dire microscopiques, qui, s'ajoutant peu à peu, finissent par devenir sensibles au bout d'un certain laps de temps et dont on n'a pu rendre raison jusque dans ces derniers temps, parce qu'on ignorait la cause en vertu de laquelle ils sont produits. Cette cause est précisément celle dont l'étude m'occupe depuis vingt ans, et à laquelle je reconnais une origine électrique. Comme je l'ai dit au commencement de ce Mémoire, je traiterai successivement, dans les divers phénomènes terrestres que je viens de rappeler, les effets électrochimiques qui ont pu être et peuvent être encore produits sans chercher à en exagérer l'importance. Dans le premier Mémoire je m'occuperai des questions suivantes :

» 1°. De la séparation des éléments des combinaisons dans les décompositions électrochimiques;

» 2°. De l'emploi du coke comme électrode ou corps décomposant;

» 3°. De l'emploi des courants secondaires dans les phénomènes électrochimiques;

» 4°. De la propriété dissolvante de la solution saturée de chlorure de sodium, et de la formation d'un certain nombre de composés résultant de cette propriété;

» 5°. Décomposition de la galène et d'un nouveau moyen d'analyser cette substance, et par suite de retirer le plomb à l'état métallique;

» 6°. De la production et de la cristallisation de quelques oxydes métalliques, du nitrate *quinque* cuivrique;

» 7°. Des phosphates terreux cristallisés.

» Je ne me suis astreint à aucun ordre, par la raison que j'ai voulu d'abord présenter quelques effets généraux qui puissent fixer les idées sur la marche que je voulais suivre. Un autre motif rend encore difficile de s'en tenir purement et simplement aux phénomènes électrochimiques, car ces phénomènes se lient tellement à ceux qui ont pour cause unique les affinités, que l'on passe naturellement des premiers à ceux-ci, ce qui semble ôter au travail de son unité; quoi qu'il en soit, on parvient toujours au but que l'on s'était proposé.

Chapitre I. — *De la séparation des principes constituants des sels dans les décompositions électrochimiques.*

» Dans les recherches électrochimiques qui ont pour but la reproduction des composés insolubles, il faut pouvoir faire arriver à volonté un élément dans une solution ou lui en enlever un autre, de manière à obtenir des effets déterminés; tout le secret de l'électrochimie est là. Les physiciens qui se sont occupés le plus de l'électricité comme force chimique ont déjà traité cette question. Plusieurs points même l'ont été complétement, mais il en est d'autres qui sont encore obscurs, et dont j'ai fait une étude spéciale en raison de la nécessité où je me suis trouvé d'analyser tous les effets résultant de la séparation des éléments des corps, non sous un point de vue théorique, mais dans un but pratique; aussi les faits généraux que je vais indiquer sont-ils le résultat d'un grand nombre d'expériences.

» Toutes les fois qu'une solution saline à base alcaline, terreuse, ou métallique, est soumise à l'action décomposante d'un courant, au moyen de deux lames de platine plongeant dans cette solution, il en résulte des effets connus depuis longtemps et sur lesquels je ne reviendrai pas; mais, lorsque les deux lames décomposantes sont plongées chacune dans une solution différente, les deux solutions séparées par un diaphragme humide plus ou moins étendu, ou par un troisième liquide, avec lequel elles ne peuvent se mêler de long-

temps, il se présente des cas où il n'y a pas d'apparence de décomposition. La première condition à remplir est de disposer l'appareil de manière à éviter le mélange des liquides. On y parvient au moyen des dispositions suivantes : On prend un bocal, dans lequel plongent deux tubes de 1 centimètre de diamètre, de plusieurs décimètres de longueur, et remplis inférieurement d'argile humectée d'eau distillée ou d'une solution saline selon le cas, sur une longueur de 1 décimètre à 1 $\frac{1}{2}$ décimètre, afin que les liquides qu'ils sont destinés à recevoir ne passent de longtemps d'un des tubes dans le bocal, et par suite, d'un tube dans l'autre. Le déplacement de ces liquides par infiltration est tellement lent que, dans l'espace de vingt-quatre heures, on n'en aperçoit pas la moindre trace. Enfin, dans chaque tube, on plonge une lame de platine, en rapport avec une pile voltaïque de trente à soixante couples, fortement chargée. Voici les faits que j'ai observés avec cette disposition :

» 1°. Si l'on met une solution saline, concentrée ou non, de sulfate de potasse par exemple, dans le bocal ainsi que dans le tube négatif, dont le kaolin soit humecté de la même solution; puis dans le tube positif, une solution de sulfate de cuivre ou celle d'un métal facilement réductible, le sel métallique ne semble pas décomposé, parce qu'il n'y a point de dépôt de cuivre sur la lame négative; mais rien ne s'oppose à ce que la décomposition s'effectue en sous-sulfate de cuivre et en acide qui se combinent l'un avec l'autre peu à peu dans la solution même, ne laissant ainsi que difficilement des traces de leur présence. Même résultat avec les sels d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, de zinc, etc.; mais il n'en est plus de même quand la dissolution métallique se trouve dans le tube négatif, car il y a aussitôt dépôt de métal sur la lame qui s'y trouve. Dans l'autre tube de l'acide sulfurique devient libre, cet acide ne venant pas du sulfate de cuivre décomposé, mais bien du sulfate de potasse qui se trouve dans le tube positif. Quand il n'y a pas de sulfate de potasse dans ce dernier, l'acide ne manifeste sa présence sur la lame positive qu'au bout d'un certain temps, à la suite de décompositions et de recompositions successives dont je parlerai dans un instant; l'eau est en même temps décomposée.

» Si la solution de sulfate de cuivre est placée dans le bocal intermédiaire, il n'y a pas non plus de décomposition apparente. Ce cas rentre dans celui où le sulfate se trouve dans le tube positif.

» 2°. En substituant au sel métallique un sel à base alcaline ou terreuse, la décomposition a toujours lieu, que la dissolution soit placée dans le tube positif ou le tube négatif, quoiqu'il n'y ait pas infiltration de la solution dans

l'autre tube. Il paraît donc exister, sous ce rapport, une différence entre les sels à base métallique facilement réductible et les sels à base alcaline ou terreuse; mais cette différence ne provient probablement que de ce que les premiers peuvent éprouver plusieurs modes de décomposition.

» 3°. Si la solution saline est placée dans le bocal intermédiaire, et que les deux tubes ne contiennent que de l'eau distillée, la décomposition du sel ne paraît pas avoir lieu, parce qu'il n'y a ni acide dans le tube positif, ni alcali dans le pôle négatif; mais au bout d'un certain temps, ces deux éléments commencent à y paraître. Pour prouver que cet effet ne peut être attribué à une infiltration, on enlève des deux tubes les deux liquides acidulé et alcalisé qui s'y trouvaient, et après les avoir lavés à plusieurs reprises avec soin, on y remet de l'eau distillée; après quoi on les replonge dans le bocal contenant la solution saline, mais sans former le circuit; vingt-quatre heures après, l'eau n'accusant pas la réaction propre au sulfate, on doit en conclure qu'il n'y a pas eu d'infiltration. On fait passer ensuite le courant dans l'appareil, et les premiers effets se reproduisent.

» Pour expliquer les faits que je viens de rapporter, il faut admettre les principes suivants:

» 1°. Les décompositions électrochimiques s'opèrent, comme M. Faraday l'a observé, avec des électrodes solides ou liquides. Avec des électrodes liquides, les éléments des composés sont amenés sur les deux surfaces de séparation des liquides; les éléments acides sur la surface située du côté du pôle positif, les éléments alcalins sur l'autre surface.

» 2°. La différence qui existe entre la décomposition électrochimique des sels à base alcaline ou terreuse et celle des sels à base métallique, n'est probablement qu'apparente et ne provient que de la faculté que possèdent les sels métalliques d'éprouver plusieurs modes de décomposition. Les faits qui viennent d'être rapportés tendent donc à prouver que les décompositions électrochimiques s'opèrent, comme Grotthus l'a avancé, par des décompositions et recompositions successives de molécule à molécule, de telle sorte qu'il n'y a de libre sur l'électrode positive que l'acide des molécules contiguës, de même qu'il ne se dépose sur l'électrode négative que l'oxyde des molécules en contact avec elle. Ainsi, la décomposition électrochimique n'est donc, pour ainsi dire, que le résultat d'un mouvement moléculaire : dans le cas où la solution de sulfate de potasse se trouve placée entre deux nappes d'eau distillée, dans lesquelles plongent deux lames de platine, les surfaces de séparation de ces deux nappes d'eau et de la solution servent d'électrodes dans les premiers instants; puis les couches d'eau contiguës à celles-ci

et successivement jusqu'aux lames de platine, au fur et à mesure que la solution s'infiltre, de sorte que véritablement il n'y a pas de transport des principes acides ou alcalins, mais simplement mise en liberté, aux limites de la solution, des principes appartenant aux molécules extrêmes. Dans les appareils simples, on obtient des effets absolument semblables : la distance entre la solution de sulfate de cuivre et celle de sulfate de potasse, où se trouve le zinc, n'est pas un obstacle; j'ai pris un bocal contenant une solution de sulfate de potasse et une lame de zinc, dans lequel plongeait un tube de $1^m,33$ de long, fermé inférieurement avec du kaolin humecté de la même solution sur une longueur de 1 mètre, et rempli d'une solution de sulfate de cuivre dans laquelle fut placée une lame de platine mise en communication avec le zinc au moyen d'un fil de cuivre. Le cuivre déposé immédiatement sur la lame de platine annonça que la décomposition avait commencé instantanément, bien que les deux corps décomposants fussent très-éloignés l'un de l'autre. Dans ce cas, *l'acide sulfurique du sulfate de cuivre* a t-il été transporté aussitôt sur le zinc? Non. Voici comment les choses se passent : le zinc, au contact du sulfate de potasse, s'oxyde et se combine avec l'acide sulfurique; si le circuit était ouvert, la potasse deviendrait libre: mais, quand il est fermé, elle se combine avec l'acide de la molécule contiguë, lequel se porte vers la première molécule qui le cède au zinc; ainsi de suite jusqu'à la surface de séparation des deux solutions sur laquelle se dépose l'alcali des molécules extrêmes. Le sulfate de cuivre est également décomposé, en vertu d'actions successives. Le cuivre se dépose sur la lame de platine, tandis que l'acide sulfurique passe à la molécule suivante qui vient déposer son cuivre sur la même lame, et ainsi de suite jusqu'à la limite, c'est-à-dire jusqu'à la surface de séparation des deux solutions. Cet acide libre se combine alors avec la potasse qui y arrive en même temps. Ainsi, en réalité, il n'y a pas eu transport de molécules acides et alcalines, mais bien décompositions et recompositions successives comme dans l'action de la pile.

» Quand on veut se rendre compte des décompositions électrochimiques, et voir jusqu'à quel point elles s'opèrent en proportions définies, il est indispensable de reconnaître préalablement la nature des composés secondaires produits sur les lames décomposantes, composés qui sont quelquefois assez complexes pour induire en erreur les expérimentateurs.

» J'ai encore une autre observation à faire, qui n'est pas sans intérêt pour les personnes qui s'occupent des applications de l'électrochimie à la géologie. On connaît, d'après Davy, la propriété que possède un courant doué d'une certaine énergie de réagir sur les éléments acides et alcalins faisant partie des

vases dans lesquels se trouve le liquide traversé par le courant. Si l'on met, par exemple, de l'eau distillée dans un vase de verre, séparé en deux parties au moyen d'un diaphragme, et qu'on y plonge deux lames de platine en rapport avec les deux pôles d'une forte pile, non-seulement l'eau est décomposée, mais encore le chlorure de sodium que contient le verre. En opérant avec un vase de marbre, on a de la chaux sur la lame négative; avec un vase de basalte, de la potasse et d'autres bases, etc. Pour expliquer ces résultats, on a dit que le courant avait le pouvoir de vaincre l'affinité des divers éléments des composés insolubles. Aujourd'hui, cette explication ne saurait être admise, attendu que l'on sait parfaitement que la séparation des éléments ne peut s'effectuer qu'autant que le composé est en solution; or, cette condition ne saurait être remplie qu'autant que l'insolubilité des corps n'est pas aussi absolue qu'on l'admet en chimie. Les moyens lui manquent effectivement pour constater dans bien des cas la présence de composés qui ne se trouvent qu'en quantités excessivement minimes dans une solution. Il n'en est pas de même en électrochimie, qui possède, comme je l'ai fréquemment démontré, des procédés à l'aide desquels on démontre non-seulement qu'il y a action chimique dans des cas où l'on ne pouvait le démontrer auparavant, mais encore qu'il existe dans une solution certains éléments qu'on n'y soupçonnait pas. En n'admettant donc pas l'insolubilité absolue, on conçoit très-bien que, lorsque le courant a exercé son action décomposante sur la substance dissoute en quantités extrêmement minimes, il réagit de nouveau sur les quantités qui remplacent les premières, et ainsi de suite; de manière qu'au bout d'un certain temps on trouve sur les lames décomposantes des quantités appréciables de quelques-uns des principes constituants des vases.

CHAP. II. — *De l'emploi du coke comme électrode négative, et des couples secondaires.*

» Le coke bien préparé, étant bon conducteur de l'électricité, est d'une grande utilité en électrochimie; mais il est nécessaire d'abord de le traiter à chaud avec l'acide chlorhydrique étendu pour enlever tout le fer qu'il renferme, puis le laver à grande eau; sans cela, les pyrites non décomposées qui y sont contenues donnent lieu, quand le circuit est fermé, et qu'il forme l'électrode négative, à un dégagement de gaz hydrogène sulfuré. Je l'ai employé, en 1837, dans le traitement électrochimique de quelques centaines de kilogrammes de minerai d'argent. Plusieurs hectolitres de coke ont été soumis ainsi à l'expérience. En raison de sa porosité, ce corps est très-propre à fixer les petits cristaux insolubles qui se détachent facilement des lames de platine sur lesquelles on les dépose; ces cristaux pénètrent, en effet, dans les pores

du coke, et s'enchevêtrent les uns dans les autres de manière à former des masses assez compactes.

» Il est à remarquer que la nature des électrodes exerce une influence sur la quantité de métal précipité ; en voici un exemple :

» On a formé un appareil simple avec une solution de sel marin où se trouvait une lame de zinc, et une solution de nitrate de cuivre dans laquelle plongeaient une lame de platine et une lame de cuivre ayant les mêmes dimensions, placées parallèlement l'une à l'autre et en communication métallique ; les deux solutions étaient séparées l'une de l'autre avec de l'argile humide, et les lames métalliques mises en communication au moyen de fils de platine.

Poids de la lame de platine..........	$0^{gr},430$
Poids de la lame de cuivre...........	$0^{gr},826$

Vingt-quatre heures après, il s'était précipité sur la lame de platine, $0^{gr},121$; et sur la lame de cuivre, $0^{gr},030$.

» L'expérience ayant été recommencée avec les mêmes lames, on a obtenu dans le même temps :

Cuivre précipité sur la lame de platine.	$0^{gr},112$
Idem sur le cuivre.	$0^{gr},089$

On voit donc qu'à mesure que la dissolution de cuivre s'affaiblit, la différence entre les quantités de cuivre précipité sur chacune des deux lames diminue, et finit même par devenir insensible. Ces effets doivent être attribués, non à la différence des pouvoirs conducteurs du cuivre et du platine, puisque, si telle était la cause, ils seraient inverses, mais bien à ce que le cuivre éprouve une action chimique, très-faible à la vérité, de la part de la dissolution de nitrate de cuivre, action d'autant plus marquée, que cette dissolution est plus saturée. En vertu de cette action, il se produit un courant électrique secondaire, en sens inverse du premier, dont l'intensité se trouve par là diminuée à l'égard du cuivre, et augmentée relativement au platine. L'existence de ce courant secondaire est mise en évidence en plongeant dans la dissolution cuivreuse une lame de platine et une lame de cuivre, en relation chacune avec l'un des bouts de fil d'un multiplicateur. Il résulte de là que, toutes les fois que l'on doit prendre un métal pour électrode négative, il faut s'assurer préalablement du degré d'action chimique exercé sur lui par la dissolution dans lequel il doit plonger ; car, lors même que cette action serait tellement faible qu'elle ne pourrait pas être appréciée en chimie, néan-

moins les effets électriques qui en résultent sont de nature à porter une perturbation dans les phénomènes électrochimiques. J'ajouterai que le courant secondaire, qui va du cuivre au platine dans la dissolution de nitrate de cuivre, si le zinc était supprimé, produirait du sous-nitrate de cuivre, qui cristalliserait, avec le temps, sur le cuivre.

» L'expérience suivante va mettre en évidence l'influence d'un couple secondaire dans les actions électrochimiques.

» L'appareil simple dont j'ai fait usage était celui à gaz oxygène; le bocal renfermait, par conséquent, de l'acide nitrique; le tube, une solution concentrée de potasse saturée d'oxyde de plomb; le kaolin servant à séparer les deux liquides était humecté d'une solution de chlorure de sodium; dans l'acide nitrique plongeait une lame de platine; dans la dissolution alcaline, un couple zinc et platine. La communication était établie entre les parties métalliques avec des fils de platine: le couple secondaire, loin de fonctionner comme pôle positif, et fournir abondamment de l'oxygène, s'est comporté comme couple actif; ce qui prouve que le courant primitif résultant de la réaction des deux liquides l'un sur l'autre n'était pas assez puissant pour enlever au zinc son caractère positif, en raison de l'action chimique exercée sur lui par l'alcali et l'oxyde de plomb. Il s'est déposé d'abord du plomb sur la lame de platine, puis sur le zinc, mais en plus grande quantité sur la première que sur le second. Peu à peu l'action réductive du couple secondaire a diminué, et l'action du couple principal a prévalu, c'est-à-dire que la décomposition de l'acide nitrique a fourni assez d'oxygène pour faire passer le plomb tenu en dissolution dans la potasse, à l'état de peroxyde; le couple secondaire a exercé alors une telle influence, qu'il s'est déposé seulement de l'hydrate de peroxyde sur la lame de platine, et du peroxyde anhydre sur la lame de zinc. Cette différence entre le mode d'action des deux lames est remarquable, en ce qu'elle montre que le zinc, en raison de son oxydabilité, aide à la décomposition de l'eau de combinaison, de manière à produire le peroxyde anhydre.

CHAP. III. — *De la propriété dissolvante de la solution saturée de chlorure de sodium, et de son emploi pour la formation des chlorosulfate, chlorophosphate, chlorotartrate de plomb et l'analyse de la galène.*

» En électrochimie, pour décomposer et recomposer les corps, il faut un dissolvant qui livre passage au courant. On prend ordinairement pour dissolvant l'eau, dont la faculté conductrice est augmentée considérablement par la présence d'une petite quantité d'acide ou d'une substance saline; mais

il ne faut pas s'en tenir à ce dissolvant quand on s'occupe des applications de l'électricité à la chimie, à la géologie et aux sciences physico-chimiques en général, car il en existe bien d'autres que l'on peut utiliser avantageusement. Je mettrai en première ligne l'eau salée proprement dite, attendu que le chlorure de sodium est le sel soluble le plus répandu dans la nature, soit à la surface, soit dans l'intérieur du globe, car on le trouve dans presque toutes les eaux en plus ou moins grande proportion. Je n'ai nullement l'intention de rechercher tous les composés insolubles que l'eau salée, au maximum de saturation, peut dissoudre, mais bien d'indiquer une série de combinaisons ayant même base, qui jouissent de cette propriété, afin de montrer le parti avantageux que l'on peut tirer de ces solutions. Les sels insolubles que j'ai soumis à l'expérience sont ceux à base de plomb et ayant pour éléments électro-négatifs les acides sulfurique, phosphorique, fluosilicique, oxalique, borique, tartrique, gallique, arsénique et tungstique. Commençons par le sulfate de plomb : 1 litre d'eau saturée de chlorure de sodium, marquant 25 degrés à l'aréomètre de Baumé, dissout environ $0^{gr},66$ de sulfate de plomb; la solution, abandonnée à elle-même, laisse déposer sur les parois du bocal, dans l'espace de quelques jours, des petits cristaux réunis quelquefois en houppes soyeuses, ou se présentant avec des formes que je n'ai pas encore déterminées : ces cristaux sont insolubles dans l'eau, ainsi que dans la solution de chlorure de sodium; exposés sur une lame de platine à la flamme d'une lampe à alcool, ils sont décomposés et entrent en fusion; le chlorure de plomb se volatilise. En mettant ces cristaux en digestion avec de l'acide nitrique et une petite feuille d'or battu, il se forme du chlorure d'or; exposés à l'action du chalumeau sur le charbon avec de la soude, puis placés sur une lame d'argent avec un peu d'eau, la lame est noircie; enfin, chauffés fortement dans un tube de verre, il se volatilise du chlorure de plomb avec un peu d'eau. Ces cristaux appartiennent donc à un chlorosulfate hydraté de plomb, dont j'ai déterminé la composition de la manière suivante : $0^{gr},56$ de cette substance chauffée jusqu'à fusion ont été mis dans une capsule de porcelaine avec de l'eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique et une lame de zinc, pour avoir le plomb à l'état métallique. La réaction eut lieu en très-peu de temps; le plomb, précipité et recueilli, pesait $0^{gr},412$. Les dissolutions avec les eaux de lavage ont été rapprochées par l'ébullition, et l'on a précipité l'acide sulfurique du sulfate de zinc avec le chlorure de barium. On a retiré $0^{gr},150$ de sulfate de baryte, renfermant $0^{gr},052$ d'acide sulfurique, correspondant à $0^{gr},200$ de sulfate

de plomb, lesquels renfermaient $0^{gr},139$ de plomb ; on en déduit :

Chlorosulfate...............	$0^{gr},560$
Sulfate de plomb...........	0 ,200
Chlorure de plomb.........	0 ,360

Or, $0^{gr},360$ de chlorure de plomb renfermant $0^{gr},270$ de plomb, c'est-à-dire le double de ce que contient le sulfate, il s'ensuit que le chlorosulfate est composé de 1 atome de sulfate et de 2 atomes de chlorure. Quant à la quantité d'eau de cristallisation, je n'ai pu la déterminer exactement, attendu qu'en chauffant fortement la matière dans un tube, elle se fond et il se volatilise un peu de chlorure de plomb en même temps que l'eau. Néanmoins, ayant trouvé que les $0^{gr},560$ résultaient de $0^{gr},572$ chauffés jusqu'à fusion, il s'ensuit que $0^{gr},560$ étaient combinés probablement avec $0^{gr},012$; ce qui donnerait, pour la formule du chlorosulfate de plomb,

$$So^3Pb,\ 2ChPb,\ H^2O.$$

» Cela posé, examinons ce qui doit arriver quand on abandonne à elle-même une solution saturée de chlorure de sodium et de sulfate de plomb. Le chlore étant en excès, quoique combiné avec le sodium, réagit lentement sur le sulfate de plomb, de manière à opérer une double décomposition. Il se forme alors du chlorure de plomb et du sulfate de soude; le chlorure de plomb se combine avec le sulfate dans les proportions indiquées. La combinaison cristallise en houppes soyeuses ou en cristaux dérivant du système prismatique rectangulaire oblique, suivant la quantité de sulfate de plomb qui se trouve dans la solution ; quand la solution est saturée de sulfate, on n'a que des houppes soyeuses. Ces réactions continuent jusqu'à ce que tout le sulfate de plomb soit disparu.

» Le phosphate de plomb étant soluble dans une solution saturée de chlorure de sodium, mais en beaucoup moindre proportion que le sulfate, produit également un chlorophosphate de plomb, qui cristallise en lamelles. La formule de ce composé doit être analogue à celle du chlorosulfate. Le chlorophosphate de plomb de la nature se présente sous la forme de prismes hexaèdres; M. Wöhler a montré qu'il était composé de chlorure plombique et de phosphate plombique, dans des proportions telles, que ce dernier renferme neuf fois autant de plomb que le chlorure; ainsi, le chlorophosphate que j'ai formé est différent du précédent. Les autres chlorosels de plomb obtenus par le même procédé se présentent sous des formes difficiles à déterminer, en raison de leur petitesse; il faut en excepter cependant le chloro-

tartrate, qui est en très-jolis petits cristaux dérivant du système prismatique rectangulaire oblique; sa composition est la même probablement que celle du chlorosulfate. On voit donc que la propriété dissolvante d'une solution saturée de chlorure de sodium, à l'égard de presque tous les sels insolubles de plomb, sert à former une série de composés nouveaux cristallisés, tous insolubles.

» L'électrochimie a également un moyen très-simple de préparer le chlorosulfate et le chlorophosphate de plomb, etc.; il suffit pour cela de l'appareil simple composé d'un tube fermé par en bas avec de l'argile humide et dans lequel on met une solution saturée de chlorure de sodium et une lame de plomb, et d'un bocal rempli d'une dissolution de sulfate de cuivre ou de phosphate acide de cuivre dans laquelle plonge une lame de cuivre que l'on met en communication avec la lame de plomb; celle-ci étant attaquée, il en résulte un courant en vertu duquel le sel de cuivre est décomposé; l'oxygène et l'acide sulfurique ou l'acide phosphorique mis en liberté sur la lame de plomb produisent du sulfate ou du phosphate de plomb dont la présence, dans la solution de chlorure de sodium, détermine les réactions précédemment indiquées.

» Je vais faire connaître maintenant une autre propriété de la solution saturée de chlorure de sodium, dont la connaissance n'est pas sans importance pour l'étude des phénomènes géologiques. Cette propriété est relative à la sulfatation de la galène par les actions combinées du chlorure de sodium et du sulfate de cuivre, sulfatation qui peut s'obtenir également, mais avec un peu plus de temps, avec le sulfate de cuivre seulement : ce qui prouve que l'effet est tout à fait différent de celui qu'on obtient dans la chloruration des minerais d'argent par les actions combinées du chlorure de sodium et du sulfate de cuivre. Pour bien se rendre compte des effets produits, il faut se rappeler que, lorsque les deux éléments du sulfure de plomb, le soufre et le plomb, s'oxydent, il en résulte du sulfate de plomb puisque le sulfure de plomb a pour formule

$$PbS,$$

le sulfate de plomb

$$SO^3, PbO.$$

D'un autre côté le sulfate de cuivre, qui a pour formule, comme le sulfate de plomb, SO^3, CaO, est soluble, tandis que ce dernier ne l'est pas. Passons aux expériences.

» Si l'on met dans un bocal deux quantités à peu près égales de ces deux

sels, sulfate de cuivre et sulfure de plomb, avec quatre ou cinq fois leur poids d'eau, il s'opère une réaction telle, dans l'espace d'un certain nombre de jours, que les deux sels sont décomposés complétement, c'est-à-dire que l'on a, d'une part, du sulfate de plomb, et, de l'autre, du sulfure de cuivre. Voici comment on établit les proportions de sulfure de plomb et de sulfate de cuivre, pour que la double décomposition ait lieu.

» 1°. 100 parties atomiques de sulfate de cuivre cristallisé servent à former 120,55 parties de sulfate de plomb;

» 2°. 100 parties de sulfate de cuivre anhydre produisent 190,12 parties de sulfate de plomb, renfermant 129,83 parties de plomb.

» Or, 100 parties de sulfate de cuivre cristallisé renferment :

Sulfate anhydre......	63,93,
Eau...............	36,07;

d'où il suit que 156,42 parties de sulfate de cuivre cristallisé représentent 100 parties de sulfate anhydre.

» D'un autre côté, 100 parties de sulfure de plomb contenant 13,45 de soufre, qui correspondent à 40,35 de sulfure de cuivre, et cette quantité de soufre exigeant 19,95 d'oxygène pour se transformer en acide sulfurique, et 100 parties de sulfate de cuivre cristallisé renfermant 32,14 d'acide sulfurique, on en conclut que, pour décomposer 100 parties de galène, il faut un peu plus de 100 parties de sulfate de cuivre cristallisé. Voici les résultats de plusieurs expériences :

» J'ai mis dans une capsule de porcelaine du sulfure de plomb en poussière impalpable avec un excès de sulfate de cuivre en solution dans l'eau dans les proportions indiquées, et j'ai agité fréquemment le mélange pour renouveler les surfaces de contact; peu à peu le volume de la partie insoluble a augmenté, et au bout de peu de jours il était double; le sulfure a perdu son brillant métallique, il est devenu gris, puis légèrement rougeâtre et en partie pulvérulent; tout annonçait donc sa décomposition. On a lavé le dépôt formé, pour enlever le sulfate de cuivre excédant, et l'on a traité le résidu avec une solution saturée de sel marin pour dissoudre tout le sulfate de plomb formé que l'on a décomposé dans l'appareil électrochimique. Le plomb obtenu a donné des traces d'argent, lors même que l'on opérait sur de la galène ayant une forte teneur de ce métal.

» La décomposition n'est complète qu'autant que le sulfure de plomb est dans un grand état de division ; car, lorsqu'il se trouve en petits cristaux ou en lamelles d'une certaine grosseur, la surface seule est attaquée, et le sulfate

de plomb formé qui la recouvre préserve l'intérieur des cristaux ou des lamelles de toute altération.

» Si l'on traite le résidu de la galène, qui renferme toujours des matières étrangères, avec de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, on n'obtient aucune trace de sulfate de cuivre; dès lors, dans la réaction de ce sel sur le sulfure de plomb, il ne se forme point de sous-sulfate de cuivre. De plus, en grillant ce même résidu au-dessous de la température rouge, il se dégage abondamment du gaz acide sulfureux, la matière prend feu et il se produit du sulfate de cuivre. Le grillage s'effectue avec une grande facilité, en raison du grand état de division du sulfure de cuivre.

» Il est bien démontré, par les faits que je viens de rapporter, que deux quantités à peu près égales de sulfate de cuivre et de sulfure de plomb réagissent l'une sur l'autre dans un certain laps de temps et se décomposent réciproquement. Cette réaction a lieu même sans l'intermédiaire de l'air. Le temps qu'exige cette opération, pour être terminée, dépend de l'état de division du sulfure de plomb et du nombre de fois que l'on a agité le bocal pour renouveler les surfaces.

» La chaleur accélère considérablement la double décomposition. Il faut opérer dans un ballon et ajouter de l'eau de temps à autre, pour remplacer celle qui s'évapore.

» On accélère aussi beaucoup l'opération en ajoutant une quantité de sel marin à peu près égale en poids à celle du sulfate de cuivre. Dans ce cas, le sulfate de cuivre, en présence du chlorure de sodium, se change en bichlorure de cuivre, avec formation du sulfate de soude. Le bichlorure réagit sur le sulfure de plomb, d'où résulte du chlorure de plomb qui se change en sulfate, aussitôt qu'il est en contact avec le sulfate de soude, et du sulfure de cuivre qui se précipite. D'après ce mode d'action, le chlorure de sodium est sans cesse décomposé et recomposé; il sert donc d'intermédiaire entre le sulfure de plomb et le sulfate de cuivre pour opérer la double décomposition.

» On conçoit parfaitement l'usage que l'on peut faire de ce mode d'expérimentation : supposez que l'on veuille connaître la composition d'une galène argentifère ou aurifère, renfermant en outre des substances pouvant être attaquées par l'acide nitrique, l'acide chlorhydrique ou le concours de ces deux acides, employés ordinairement pour faire l'analyse de ce minéral; il est bien évident que les métaux précieux seront attaqués ainsi que les autres composés non siliceux, de sorte qu'il ne restera aucune trace de l'état moléculaire dans lequel ils se trouvaient. Il n'en est pas ainsi en traitant le minerai avec l'eau, le chlorure de sodium et le sulfate de cuivre. J'ai soumis ainsi à l'expérience

5 grammes de galène très-riches en argent du filon de Saint-Santin (Cantal), près d'Aurillac, renfermant de l'or et toutes sortes de gemmes, avec 6 grammes de sulfate de cuivre cristallisé et 50 grammes d'eau; au bout de quinze jours, en ayant l'attention d'agiter fréquemment le mélange dans la journée, tout le sulfure de plomb était décomposé. Je séparai le sulfate de plomb avec une solution saturée de chlorure de sodium et le sulfure de cuivre par le lavage. Le résidu était composé de petits fragments de gangue, de pyrites, de petits cristaux de fer titané, de petites topazes, de péridots, de très-petites paillettes et pépites d'or et d'argent, ce dernier n'ayant pas été sensiblement attaqué. On voit, par ce résultat, que le sulfure de plomb à peu près seul avait disparu. On conçoit combien la méthode d'expérimentation que je viens d'exposer est avantageuse quand il s'agit de connaître la constitution physique d'une galène, c'est-à-dire l'état dans lequel se trouvent les substances métalliques ou autres qui sont attaquées par les acides dans les analyses ordinaires.

» Voici les résultats que j'ai obtenus dans deux opérations, en employant le sel marin concurremment avec le sulfate de cuivre.

» On a mis dans un bocal 300 grammes d'une solution saturée de sulfate de cuivre, 5 grammes de chlorure de sodium et 25 grammes de schlik lavé de la galène de Saint-Santin; on a remué fréquemment pendant seize jours, après quoi on a décanté, puis traité avec la solution saturée de chlorure de sodium pour enlever le sulfate de plomb formé. La solution obtenue, traitée dans l'appareil électrochimique, a fourni 14 grammes de plomb en éponge, qui à la fonte n'a donné que 10 grammes de plomb, renfermant $0^{gr},011$ d'argent, parce qu'il y a eu perte de plomb. Le résidu, qui renfermait le sulfure de cuivre, pesait 18 grammes, charbon du filtre compris.

» Les 18 grammes de résidu ont donné à l'essai un bouton de retour pesant $0^{gr},077$. 100 grammes de minerai auraient donc laissé dans les résidus $0^{gr},308$ d'argent. Or, si l'on eût traité 100 grammes de ce minerai, on aurait eu :

Plomb en éponge................		56 grammes.
Plomb fondu....................		40 grammes.
Argent du plomb........	$0^{gr},044$	$0^{gr},352$
Argent des résidus.......	$0^{gr},308$	

La présence du sel marin dans la dissolution est donc cause que le septième de l'argent contenu dans la galène a été chloruré. Il est facile de concevoir pour quel motif la chloruration n'a pas été complète. L'argent se trouvant dans le minerai à l'état de paillettes, ou de très-petites pépites, n'a été attaqué que

superficiellement, de sorte que la couche de chlorure d'argent déposé a préservé l'intérieur de toute altération.

» *Autre expérience.* — On a mis dans une capsule 25 grammes de schlik lavé de Saint-Santin, 25 grammes de sulfate de cuivre et une certaine quantité d'eau, sans chlorure de sodium. On a agité fréquemment le mélange. Treize jours après, on a lavé, puis traité avec la solution saturée de chlorure de sodium, pour enlever le sulfate de plomb. Le résidu pesait, après épuisement, 15^{gr},4. La solution de sulfate de plomb a donné 13 grammes de plomb fondu renfermant 0^{gr},002, c'est-à-dire que le plomb avait une teneur de 0,0002; le résidu a donné à l'essai 0^{gr},065. 100 grammes de ce schlik renfermaient donc, plomb fondu (il y a toujours perte dans la fonte), 40 grammes.

Argent contenu dans le plomb.	0^{gr},008	0^{gr},268.
Argent des résidus	0^{gr},260	

» La teneur du schlik était donc en argent de 0,0027. Ces résultats prouvent que, sans employer le chlorure de sodium pour opérer la décomposition de la galène, on enlève le $\frac{1}{33}$ de l'argent qui se trouvait probablement dans la galène à l'état de sulfure.

» Les résultats que je viens de rapporter mettent bien en évidence les avantages que l'on peut retirer de la sulfatation de la galène, pour en faire l'analyse sans l'emploi de la chaleur ou des acides, en même temps qu'ils démontrent la puissante réaction exercée par le sulfate de cuivre sur le sulfure de plomb, réaction qui n'a pas lieu sensiblement en substituant le protosulfate ou le persulfate de fer au sulfate de cuivre.

» Si, au lieu d'agir sur du sulfure de plomb pulvérisé, on prend des cristaux d'une certaine grosseur, peu à peu leur surface s'irise, signe certain d'un commencement de décomposition; il se forme peu à peu du sulfate de plomb et du sulfure de cuivre, à l'état pulvérulent; en agitant le vase on détache la poussière.

» L'électrochimie possède un autre moyen d'oxyder les deux éléments du sulfure de plomb, lequel consiste à placer le sulfure dans le tube de l'appareil à oxygène, composé d'abord de ce tube fermé par en bas avec de l'argile humide et rempli d'une solution de potasse caustique, puis d'un bocal contenant de l'acide nitrique dans lequel plonge une lame de platine que l'on met en communication, au moyen d'un fil de platine, avec le sulfure; ce dernier, étant conducteur de l'électricité, devient l'électrode positive, et par conséquent le centre du dégagement d'oxygène; il y a formation de sulfate de plomb, peroxydation du plomb et, par suite, décomposition de ce sel,

d'où résulte du sulfate de potasse qu'on retrouve dans la solution alcaline et dépôt d'hydrate jaune de peroxyde de plomb.

» Je ferai observer, relativement à la formation de cet hydrate, que les expériences qui ont été faites dans le but de prouver qu'il était un mélange de peroxyde et de deutoxyde de plomb ne sont pas de nature à changer en rien les conséquences que j'ai tirées des miennes quand j'ai publié l'analyse de ce composé. Jamais on ne pourra faire croire qu'un produit qu'on obtient toujours homogène dans sa couleur et dans sa composition, est un mélange, en diverses proportions, des deux oxydes de plomb; ce composé se déshydratant superficiellement en se desséchant, c'est là, sans doute, la cause qui a induit en erreur. En terminant ce qui concerne la sulfatation de la galène, je dois faire remarquer que si, dans un gîte de ce minerai, il se trouve des pyrites cuivreuses en décomposition, comme cela a lieu fréquemment, la solution de sulfate de cuivre qui en résulte doit réagir sur la galène, comme dans les expériences précédentes; alors, suivant que la décomposition aura été plus ou moins rapide, il en sera résulté du sulfate de plomb et du sulfure de cuivre en poussière, en concrétions ou en cristaux. En admettant encore que la galène soit en contact avec une substance conductrice de l'électricité et non attaquable par la solution de sulfate de cuivre, comme le persulfure de fer, la galène sera encore plus fortement attaquée que si elle n'eût pas été l'élément électro-positif d'un couple voltaïque. Ce sont là des conséquences rigoureuses de faits bien prouvés, et non des déductions d'idées théoriques sur l'intervention de l'électricité dans les phénomènes géologiques.

Chap. IV. — *Production et cristallisation de quelques oxydes métalliques.*

» Les oxydes métalliques, selon qu'ils sont combinés avec des acides ou des alcalis, éprouvent une action différente de la part de l'électricité en mouvement. Dans le premier cas, l'oxyde, suivant sa nature, est réduit ou reste à l'état d'oxyde; dans le second, l'oxyde, jouant le rôle d'élément électro-négatif, se dépose sur l'électrode positive, soit à l'état anhydre, soit à l'état hydraté, soit à un état supérieur d'oxydation, comme le fer, le plomb et l'argent en sont des exemples. Pour obtenir les oxydes cristallisés, il faut opérer évidemment avec des dissolutions alcalines quand ces dissolutions sont capables de les dissoudre; lorsque cela n'est pas possible, on suit le procédé que j'ai anciennement décrit. Le mode d'expérimentation le plus facile consiste à placer dans le bocal de l'appareil simple un sel oxacide, dont la base soit facilement réductible, tel que le nitrate de cuivre, et dans le tube

une dissolution de potasse ou de soude, marquant 20 degrés environ à l'aréomètre; à plonger dans la première une lame de cuivre, dans la seconde, une lame du métal dont on veut avoir l'oxyde. On peut employer encore l'appareil à gaz oxygène, dans lequel l'acide nitrique est substitué au nitrate de cuivre; l'oxygène, transporté sur la lame de métal, oxyde ce métal; l'oxyde se dissout dans la potasse, et quand celle-ci est saturée, la cristallisation commence; mais plusieurs conditions sont nécessaires pour que le dernier phénomène se produise convenablement. Il est nécessaire que la densité de la solution alcaline ait un degré convenable, et qu'elle tienne, en outre, en dissolution de la silice ou de l'alumine. Le procédé suivant est encore préférable. Opérons avec le zinc : on prend une dissolution de silice dans la potasse marquant environ 20 à 25 degrés, dans laquelle on plonge une lame de zinc amalgamé entourée d'un fil de cuivre, constituant ainsi un couple voltaïque. L'eau est immédiatement décomposée, avec dégagement abondant de gaz hydrogène, après un certain nombre de jours, qui dépend du volume de la dissolution; le zinc se recouvre, ainsi que les parois du bocal, d'une grande quantité de jolis petits octaèdres réguliers très-limpides, et jouissant probablement d'un grand pouvoir dispersif. J'en ai obtenu qui ont 1 millimètre de côté. Ces cristaux sont composés de 18 parties d'eau et de 82 d'oxyde de zinc; l'eau renferme donc autant d'oxygène que l'oxyde anhydre; ils ont donc pour formule $\text{ZnO},\text{H}^2\text{O}$. Leur dureté est assez grande pour rayer le verre; il suffit, pour le prouver, de placer un certain nombre de ces petits cristaux entre deux verres de montre, que l'on presse très-fortement l'un contre l'autre avec frottement. Cette dureté est d'autant plus remarquable, que l'on ne connaît pas d'hydrate préparé par les moyens ordinaires de la chimie, qui la possède à un degré aussi marqué. On se rend compte ainsi des effets produits ; le zinc, en raison de son contact avec le cuivre, devient assez positif pour décomposer l'eau avec dégagement abondant de gaz hydrogène. Peu à peu la dissolution potassique se sature d'oxyde de zinc : aussitôt que la saturation est effectuée, la cristallisation commence; l'action électrochimique intervient, dans cette circonstance, pour activer l'action de l'eau sur le zinc; cette action est tellement vive, que le dégagement de gaz continue sans diminution sensible jusqu'à ce que tout le zinc ait disparu. Sa surface, comme on le conçoit très-bien, ne pouvant se polariser, la décomposition doit marcher d'une manière uniforme. Cette disposition est la même que celle que j'ai adoptée dans ma pile à courant constant.

» J'ai dit qu'il fallait opérer avec une solution de silice dans la potasse, et que cette solution marquât de 20 à 25 degrés à l'aréomètre. En effet, si l'on

prend une solution potassique ayant la même densité saturée ou non préalablement d'oxyde de zinc, mais sans silice, le couple zinc et cuivre décompose encore abondamment l'eau; mais l'oxyde de zinc se précipite au fond du verre sans apparence de cristallisation. La silice paraît agir, dans cette circonstance, pour faire prendre aux molécules d'oxyde de zinc un groupement régulier. Son mode d'action est purement physique. On arrive au même résultat avec une solution potassique d'alumine, si ce n'est que la cristallisation n'est pas aussi nette.

» Voilà ce qui se passe quand la solution marque de 20 à 25 degrés à l'aréomètre; mais si l'on dépasse le terme, et que l'on opère avec des solutions de 30, 35, 40, 45 degrés, on n'obtient jamais de cristaux, du moins dans les limites de temps où ils se sont produits avec l'autre solution. Il se passe alors un phénomène qui mérite d'être signalé : aussitôt qu'une certaine quantité d'oxyde de zinc a été dissoute, il se précipite du zinc sur le cuivre. Or, comment peut-il se faire que le courant résultant de l'oxydation de zinc ait une intensité suffisante pour décomposer l'oxyde de zinc lui-même? Jusqu'ici un sel métallique n'a été décomposé, avec réduction de son oxyde dans l'appareil simple, qu'en employant un courant électrique produit par l'oxydation d'un métal plus oxydable que celui qui est en combinaison. Les bases manquant pour donner une explication satisfaisante de ce fait, je préfère m'abstenir de chercher à en rendre compte, dans la crainte de donner une explication qui ne serait pas complétement satisfaisante.

» L'oxyde de plomb hydraté peut être obtenu également cristallisé, non en mettant dans la solution potassique de silice un couple plomb et cuivre, mais en se servant de l'appareil à gaz oxygène, comme on l'a vu précédemment.

» Si l'on abandonne aux actions spontanées une solution de protoxyde d'étain dans laquelle on a mis un couple étain et cuivre, l'étain s'oxyde peu à peu, et, au bout d'un certain temps, les parois du bocal se recouvrent, comme dans l'expérience avec le zinc, de cristaux de protoxyde d'étain. Ces cristaux sont encore trop petits pour que j'aie pu les déterminer. Je signale seulement ici leur production.

» Je n'ai pas poussé plus loin mes recherches sur la production des hydrates métalliques; mon but était de faire connaître le principe à l'aide duquel on parvient à produire ceux qui sont solubles dans la potasse.

Nitrate quinque cuivrique cristallisé $Az^2O^5, 5CuO + 5H^2O$.

» On produit ordinairement ce composé à l'état de poudre insoluble d'un vert clair, en enlevant une partie de l'acide du sel neutre au moyen d'une

chaleur modérée, ou bien en le mêlant avec un alcali caustique, de manière à ne pas le décomposer entièrement, ou en faisant bouillir sa dissolution avec du cuivre métallique.

» En électrochimie, on obtient ce sel en jolis cristaux d'un vert émeraude, en opérant avec l'appareil en U, dans une des branches duquel se trouve une lame de zinc et de l'eau salée, et dans l'autre une solution concentrée de nitrate de cuivre. On donne une grande longueur au tampon d'argile qui sépare les deux liquides, afin de diminuer la conductibilité du circuit, et qu'il ne se forme sur la lame de cuivre ni cuivre ni protoxyde, mais bien le sous-nitrate. Les ouvertures sont fermées imparfaitement, pour qu'il y ait une faible évaporation. Quand l'appareil a fonctionné pendant plusieurs années, la lame de cuivre est recouverte de cristaux verts formant des lames rectangulaires de nitrate, de la formule

$$Az^2O^5, 5CuO + 5H^2O,$$

dont la formation est due à l'action décomposante d'un très-faible courant qui enlève au nitrate Az^2O^5, CuO une quantité d'oxygène telle, qu'il reste du nitrate quinque cuivrique. Il faut, pour cela, que les 5 parties d'oxygène enlevées soient remplacées par 5 parties d'eau de combinaison. On obtient presque toujours ce produit cristallisé dans la branche de l'appareil en *u*, où se trouve le nitrate de cuivre et une lame de cuivre, et dont l'autre renferme une solution d'iodure, de chlorure alcalin et une lame de cuivre; il est indispensable, néanmoins, que l'opération dure très-longtemps, afin que l'argile intermédiaire, étant à peu près desséchée, ne livre passage qu'à un très-faible courant.

Chap. V. — *Des phosphates terreux cristallisés, et en particulier du phosphate de chaux.*

» Des diverses combinaisons de l'acide phosphorique avec la chaux, il ne sera question ici, du moins dans ce moment, que du phosphate neutre cristallisé, le seul que l'électrochimie soit parvenue jusqu'ici à obtenir cristallisé.

» On prépare ordinairement ce composé en versant, goutte à goutte, une solution de phosphate sodique dans une solution de chlorure calcique; il se produit alors un précipité demi-cristallin qui, vu au microscope, se présente sous la forme de petits fils terminés, aux extrémités, par plusieurs autres fils très-fins. Après la dessiccation, il se change en une poudre pulvérulente. Ce composé a pour formule

$$P^2O^5, CaO, 4H^2O.$$

Si on laisse prédominer au contraire le phosphate de soude, c'est-à-dire que l'on verse, goutte à goutte, le chlorure de calcium dans une solution de phosphate de soude, on a le phosphate des os.

» En électrochimie, on obtient facilement, de la manière suivante, ce composé en jolis cristaux parfaitement caractérisés, et inaltérables à l'air. On prend à cet effet un bocal à moitié rempli d'une solution saturée de chlorure de calcium dans laquelle on plonge une lame de zinc et un tube fermé inférieurement avec du kaolin humecté de la même solution, et contenant une solution de phosphate de chaux dans l'acide phosphorique très-étendu. On ferme le circuit avec une lame de platine plongeant dans la solution acide et communiquant avec la lame de zinc au moyen d'un fil de platine. La décomposition du chlorure de calcium commence aussitôt, en même temps que celle de l'eau; la chaux est transportée dans le tube où elle sature peu à peu l'excès d'acide, et le phosphate de chaux, qui n'est plus tenu en dissolution par cet excès d'acide, cristallise peu à peu sur la lame de platine, en prismes rectangulaires obliques à sommets dièdres. Les prismes sont quelquefois tellement aplatis, qu'ils ont l'aspect de lames rectangulaires terminées en biseaux. Voici comment j'en ai déterminé la composition:

» J'ai pris $0^{gr},05$ de cristaux, dont j'ai porté la température au rouge pour en chasser l'eau de cristallisation; leur poids a été réduit alors à $0^{gr},039$; il y avait donc $0^{gr},011$ d'eau. Les $0^{gr},039$ de phosphate anhydre ont été dissous dans de l'eau aiguisée avec de l'acide chlorhydrique, puis on y a ajouté de l'alcool et l'on a précipité la chaux par l'acide sulfurique. Le sulfate de chaux a été lavé avec de l'alcool, puis calciné; on a obtenu ainsi

Acide phosphorique.....	0,024
Chaux................	0,013
Eau..................	0,011
	0,048

Composition atomique.

Acide phosphorique.....	24	1 atome d'acide...	25,5
Chaux................	13	1 atome de base...	13,5
Eau..................	11	4 atomes d'eau....	12,40

Cette composition est celle du phosphate neutre de chaux qui a pour formule

$$P^2O^5, CaO, 4H^2O.$$

On peut préparer en grand ce produit en substituant au tube un cylindre

de verre, et à la lame de platine un morceau de coke, dont la surface et toutes les anfractuosités se recouvrent de cristaux qui lui donnent l'aspect d'un minéral.

» Passons à la formation de ce composé dans la nature. Il existe, comme on le sait, en dissolution dans plusieurs eaux minérales par l'intermédiaire de l'acide carbonique. Pour connaître en vertu de quelles réactions il peut être produit, j'ai placé dans un flacon d'une capacité d'environ 20 centimètres cubes une solution saturée de phosphate de soude et un morceau de chaux sulfatée (gypse) anhydre. Deux ans après, ce dernier ne présentait qu'une très-légère apparence de décomposition; mais peu à peu il s'est manifesté des points brillants, et, au bout de onze ans, la surface était recouverte de cristaux de phosphate neutre absolument semblables à ceux obtenus par le procédé électrochimique, sous le rapport de la forme et de la composition. Cette formation est évidemment le résultat d'une double décomposition opérée très-lentement et qui, n'ayant pas été troublée, a dû être suivie d'une cristallisation. Rien ne s'oppose à ce que, dans la nature, de semblables réactions se produisent et que le phosphate de chaux, qui est en dissolution dans certaines eaux minérales, n'ait une semblable origine.

» D'après le fait que je viens de rapporter, il est impossible que le phosphate de soude et le sulfate de chaux, dans la terre, en présence de l'eau, ne réagissent l'un sur l'autre par voie de double décomposition, de manière à produire du sulfate de soude et du phosphate neutre de chaux qui reste en solution dans l'eau à la faveur de l'acide carbonique. La double décomposition résulte du faible pouvoir dissolvant exercé par l'eau sur le sulfate de chaux.

» L'expérience suivante va mettre en évidence l'influence de l'électricité sur la formation du phosphate de chaux, dans les circonstances où j'ai opéré. Quand on dissout le phosphate dans un acide et qu'on verse dans la dissolution un excès d'ammoniaque, on obtient du sous-phosphate calcique des os. Rien de semblable n'a lieu en substituant, dans l'appareil précédemment décrit, du chlorure ammonique au chlorure calcique, afin de faire arriver, dans la dissolution de phosphate, de l'ammoniaque au lieu de chaux; car on obtient toujours cristallisé le phosphate neutre. Dans ce cas-ci, comme dans le précédent, outre l'intervention de la chaux et de l'ammoniaque pour saturer l'excès d'acide, le courant réagit encore sur le phosphate acide pour le décomposer électrochimiquement; l'acide se rend sur le zinc, et le phosphate sur la lame de platine, où il cristallise.

» Je n'ai encore cherché à produire que le phosphate de chaux, mais il

est probable que les phosphates de baryte, de strontiane, de magnésie, d'alumine, de glucine, etc., etc., qui sont solubles comme le phosphate de chaux, dans un excès d'acide, peuvent être obtenus cristallisés, en suivant le même mode d'expérimentation, pourvu toutefois que l'intensité de l'action électrochimique soit suffisamment modérée pour que les molécules puissent se grouper régulièrement, condition sans laquelle il n'y aurait qu'une formation tumultueuse.

» Les faits consignés dans ce Mémoire, ainsi que les conséquences que j'en ai tirées, relativement à la production de certains phénomènes géologiques, conséquences que l'on ne doit pas considérer comme de simples déductions théoriques, démontrent de nouveau toute la fécondité des actions électrochimiques dont les résultats nombreux se groupent de jour en jour autour de la grande découverte de Volta, pour augmenter le domaine de la chimie, puisqu'elles conduisent à la découverte de faits dépendant uniquement des affinités. Mais si la chimie, pendant longtemps, a eu pour son plus puissant auxiliaire la chaleur, elle pourra considérer probablement aussi l'électricité comme devant contribuer puissamment aussi à ses progrès futurs, quand ceux qui la cultivent avec le plus de distinction mettront eux-mêmes à profit l'influence qu'exerce l'agent ou le fluide électrique sur tous les phénomènes où les affinités sont en jeu, pour donner une nouvelle énergie à ces phénomènes, en provoquer de nouveaux et arriver à effectuer les grandes opérations de la chimie sans l'emploi d'un combustible. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réfutation des théories établies par* M. de Mirbel *dans son Mémoire sur le* Dracæna australis (Cordyline australis); *par* M. CHARLES GAUDICHAUD. (Troisième partie.)

« Je vous ai montré, messieurs, sur une tige de *Cordyline australis,* que rien de ce que vous a annoncé M. de Mirbel, concernant la décurrence et la décussation des filets de la région centrale de ce végétal, n'est conforme aux descriptions qu'il en a faites ; que, loin de se croiser dans le centre de la tige, ces filets s'insèrent, par leurs deux extrémités, assez exactement sur un seul de ses côtés, et qu'ils ne se ramifient jamais à leur sommet.

» Mais, comme je crains qu'on élève quelques doutes sur l'identité spécifique de la tige disséquée que je vous ai montrée dans la dernière séance, je viens, aujourd'hui, vous apporter des anatomies faites sur la base de

l'arbre même qui a servi aux expérimentations de M. de Mirbel. Par ce moyen, le doute ne sera même plus permis.

» J'ai éprouvé d'assez grandes difficultés à me procurer des tiges de *Cordyline australis*. On sait que cette plante, qui se cultive dans les serres, est assez rare.

» Quelques amis de la science, qui avaient deviné mon embarras et la nécessité où je pouvais me trouver de combattre sans armes suffisantes, ont bien voulu m'envoyer plusieurs tronçons desséchés de cet arbre; mais ces bois étaient arrivés à un trop grand degré d'altération pour qu'ils pussent utilement servir aux expériences que j'avais à leur faire subir.

» D'un autre côté, le Muséum, qui avait déjà sacrifié un sujet de cette plante, ne pouvait disposer d'un second. Je me trouvais donc réduit, pour réfuter les assertions de notre savant confrère et contredire tous les faits qu'il a avancés, faits sur l'inexactitude desquels j'étais d'avance parfaitement fixé, au seul tronçon que j'ai décrit et que je vous ai montré dans la dernière séance; lorsque le hasard me fit rencontrer, dans les serres du Muséum, le reste du tronc du *Cordyline australis* dont M. de Mirbel avait employé le sommet pour faire ses études anatomiques.

» Ce tronc, coupé, depuis assez longtemps, à environ $1^{m},75$ de sa base, était mort dans ses 25 centimètres supérieurs, mais parfaitement vivant dans tout le reste de sa longueur; il portait même, au sommet de cette partie, trois jeunes bourgeons, qui s'étaient développés depuis l'époque du retranchement de sa partie supérieure. Ces trois bourgeons me furent donnés avec 75 centimètres de la tige, et M. le jardinier en chef voulut bien y joindre une très-jeune bouture de la même plante. Ce sont les matériaux que j'ai étudiés, que je vais successivement décrire et faire passer sous vos yeux.

» Je crus devoir commencer mes études par l'ordre de distribution des feuilles, qui, alors, étaient représentées par leurs cicatrices ou impressions.

» Je trouvai, en partant d'une feuille quelconque, que celle qui venait immédiatement la couvrir, après deux tours complets faits de droite à gauche, était la huitième; puis la quinzième, la vingt et unième, la vingt-huitième, etc., et que, conséquemment, en retranchant la première, la spirale génératrice se composait de sept feuilles, offrant entre elles une divergence de deux septièmes. Je reconnus ensuite : 1° deux spirales secondaires simples, également de sept feuilles; l'une, allant de droite à gauche et correspondant à la vingt-huitième (en faisant toujours abstraction de la première); l'autre, de gauche à droite et aboutissant à la vingt et unième; 2° deux

spirales ascendantes, donnant aussi le nombre 7; l'une, marchant de droite à gauche et se rendant à la soixante-dix-septième; l'autre, de gauche à droite et arrivant à la soixante-dixième; et enfin, sept spirales curvisériées ou parallèles, presque droites et indéfinies, mais ayant peut-être aussi des rapports avec les multiples du nombre 7; ce que le peu de longueur de la tige que j'avais à ma disposition ne me permit pas de vérifier.

» Cette bizarre distribution des feuilles sur le *Cordyline australis* m'a paru digne d'être signalée, et d'autant plus, que l'agencement des filets dans la région centrale résulte naturellement de celui des feuilles sur la circonférence.

» Nous ne nous arrêterons pas ici à rappeler les spéculations intéressantes que ces sortes de dispositions des feuilles ont fait naître; nous dirons pourtant que toutes les causes qui peuvent les expliquer, excepté peut-être celles qui sont essentiellement organographiques, et que l'organogénie seule peut dévoiler, ont été mathématiquement calculées par de très-habiles botanistes. Bornons-nous donc, du moins pour le moment, à dire que, dans ce *Cordyline australis*, la déviation des phytons est de deux septièmes de circonférence, et la superposition mérithallienne de 5 millimètres par feuille ou phyton, ou, en d'autres termes, de $3\frac{1}{2}$ centimètres pour chaque double cycle représentant une spirale génératrice.

» Après avoir établi l'ordre d'après lequel les feuilles du *Cordyline australis* sont disposées, ordre essentiel à connaître puisque, comme chacun le sait maintenant, il décide de celui des filets de l'intérieur des tiges, je détachai du tronc toute la partie supérieure qui était morte; je la fendis longitudinalement par le centre, et lorsqu'elle fut ainsi divisée en deux parties égales, je détachai, de la partie intérieure de l'une d'elles, par une section également longitudinale, une tranche mince et seulement de 5 à 6 millimètres d'épaisseur, et je soumis le tout à la macération.... J'y joignis également le grand tronçon encore vivant et chargé de ses bourgeons, après toutefois avoir enlevé, pour l'étude, un de ces bourgeons, le plus inférieur.

» Je donnerai bientôt l'analyse microscopique de ce bourgeon axillaire de la tige, et de celui de la bouture qui, quoique terminal et beaucoup plus développé, m'a donné les mêmes résultats.

» Je dois, avant cela, parler de la disposition générale des filets, et spécialement de la manière dont ils s'insèrent et se symétrisent.

» Ainsi que je viens de le dire, il m'a suffi de partager, par une double section longitudinale, cette portion supérieure et morte de la tige, en trois parties, pour obtenir, par une macération attentivement soignée, les anatomies que j'ai l'honneur de montrer à l'Académie.

» Toutes les trois, comme on va le voir, sont démonstratives, évidentes,

incontestables, et prouvent que rien, absolument rien de ce que M. de Mirbel a émis relativement au mode d'insertion et d'agencement des filets de la région centrale de ce végétal n'est conforme à la vérité.

» Chacun de vous, messieurs, peut voir sur ces pièces anatomiques, que les deux extrémités des filets sont fixées du même côté de la tige; que ces filets forment des arceaux échelonnés et en quelque sorte imbriqués, dont les sommets sont diversement arrondis ou arqués; que jamais ils ne sont insérés par l'une de leurs extrémités sur un des côtés de la région centrale, et par l'autre extrémité sur le côté diamétralement opposé.

» La divergence d'insertion entre les deux bouts de ces filets est même si faible dans ce *Cordyline australis*, que presque toujours l'extrémité inférieure est située au-dessous de l'extrémité supérieure, et, pour ainsi dire, sur la même ligne verticale.

» La preuve, puisque j'ai résolu de n'avancer jamais rien sans preuves, c'est que ces légères tranches de tige, qui n'ont tout au plus que 5 à 6 millimètres d'épaisseur, portent les deux extrémités de presque tous leurs filets.

» Ces filets ne se croisent donc pas, comme on l'a dit, dans le milieu de la région centrale ou médullaire, en se fixant alternativement par un bout sur l'un des côtés de la périphérie interne de cette région, et, par l'autre bout, sur le côté diamétralement opposé (1). Ils ne forment donc pas de ces décussations centrales qu'on a comparées à des clepsydres.

» Est-il possible, je vous le demande, messieurs, de fournir des preuves plus matérielles que celles-ci, de l'erreur d'observation dans laquelle notre savant confrère est tombé? J'en appelle sur ce point à tous les hommes impartiaux et à M. de Mirbel lui-même.

» Ce qui, sans nul doute, aura trompé M. de Mirbel est la disposition hétérogène que prennent parfois ces filets par la dessiccation et le retrait de toutes leurs parties, comme on peut en voir un exemple sur la pièce que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» Tous ceux qui examineront cette anatomie reconnaîtront facilement, avec moi, que la décussation anormale qui se produit par la contraction des parties ne s'étend pas d'un travers de tige à l'autre, mais seulement entre les filets d'une section latérale de la région centrale, et que ces filets ne sont que mécaniquement et irrégulièrement entraînés, par l'altération et le racornissement des tissus cellulaires et vasculaires, vers la droite ou vers la gauche, où ils se portent indifféremment, et sans ordre, en détruisant leur symétrie

(1) C'est à dessein que je me répète et que j'emploie souvent les mêmes expressions.

naturelle. Mais une étude attentive prouve qu'il n'y a là qu'une apparence trompeuse, un mouvement mécanique tout accidentel, et nullement un phénomène naturel digne d'être décrit, même d'être cité.

» Ces filets de la région centrale, comme maintenant vous pouvez le voir, sont disséminés sur toute la périphérie interne (1) du corps ligneux : nous ne pouvons naturellement distinguer que les extrémités de ceux qui sont situés sur les bords de la tranche; celles de tous les autres filets, et le nombre en est grand, se perdent dans la foule; nous ne distinguons donc, de ceux-ci, dans toute la périphérie interne de la tige, que la partie arquée et diversement arrondie. Ce sont les bouts de ces derniers filets que nous voyons se croiser artificiellement sur la pièce que je viens de vous montrer.

» Les filets, dans ces tiges de Cordyline, ne sont cependant pas régulièrement parallèles entre eux; ils se recouvrent de haut en bas et s'enchevêtrent de différentes manières; et, comme ils sont tous superposés ou échelonnés, leurs extrémités se croisent naturellement, à des distances déterminées et plus ou moins près de la périphérie interne du corps ligneux sur laquelle ils sont fixés. C'est à ce dernier phénomène qu'il faut surtout attribuer les sortes de décussations que nous venons d'observer sur la base tiraillée de ce fragment de tige; décussations qui n'ont rien de commun avec celles qui ont été décrites par M. de Mirbel, puisque, selon lui, elles se formeraient dans le centre absolu de la région interne, entre des filets qui partiraient alternativement des deux côtés, et que, selon moi, elles n'ont réellement lieu que vers la circonférence de la même région et entre les filets d'une seule portion de tige.

» J'assure donc que, dans le cas que je viens de vous montrer, le croisement des filets ne peut être considéré autrement que comme un accident de dessiccation qui produit l'altération et le retrait des parties, et nullement comme un phénomène anatomique naturel, et qu'il ne peut non plus indiquer que le mode de superposition et d'enchevêtrement des filets sur la paroi intérieure et verticale de chaque région du corps ligneux.

» Ce qui le prouve nettement, et sans qu'il soit possible d'élever à ce sujet la plus légère contestation, c'est que les lambeaux atténués et longitudinaux de tige que je viens de vous montrer, lesquels n'ont, extérieurement, que $\frac{1}{2}$ centimètre au plus d'épaisseur, et qui sont taillés en biseau de la circonférence au centre, se sont naturellement détachés du centre de la tige ramollie, sans briser un seul de leurs filets; c'est que les filets du centre des deux gros fragments de tige tendent à se partager de manière à former un canal,

(1) J'emploie ce mot pour m'accorder, au moins sur ce point, avec M. de Mirbel.

et que le tronc entier, qui pourtant est long de 45 à 50 centimètres, et qui a fort peu souffert par la macération, s'est naturellement perforé, en se desséchant, dans toute sa longueur.

» Il y a certainement quelques filets de brisés dans le centre de cette longue rondelle de tige; mais cela ne provient nullement de ce qu'ils la traversaient d'outre en outre, mais bien, sans doute, des enchevêtrements que forment entre eux les sommets arrondis de leurs arceaux.

» Tout le monde, maintenant, comprendra que si les innombrables filets qui composent cette tige avaient la disposition que leur prête M. de Mirbel, s'ils se croisaient tous, en passant par le centre de la tige, aucun des faits que je viens de montrer à l'Académie ne se seraient produits. Il paraîtra, je pense, bien plus facile d'admettre que, par la dessiccation, les filets, à quelques exceptions près peut-être, se sont trouvés entraînés vers les parties de la tige sur lesquelles ils sont fixés par leurs deux extrémités. C'est d'ailleurs ce dont on pourra s'assurer en fendant en long cette tige.

» Ainsi donc, et vous pouvez tous vous en assurer, messieurs, les filets du *Cordyline australis* sont unilatéraux, et, à quelques greffes anormales près qui s'opèrent entre eux, simples dans toute leur longueur, et surtout ne forment jamais aucune ramification à leur partie supérieure.

» Quant aux ondulations et aux épaississements que vous remarquez vers leurs bases où s'opèrent ordinairement des greffes, vous savez maintenant qu'ils sont dus aux phénomènes qui produisent l'élargissement de la région centrale ou médullaire, c'est-à-dire au décollement, plus ou moins prompt et plus ou moins parfait, des filets radiculaires qui ont commencé le cylindre ligneux, lesquels, au moyen des tissus cellulaires divers qui se développent entre eux, passent successivement de la région intermédiaire ou ligneuse, à laquelle ils ont appartenu un certain temps, à la région centrale ou médullaire, dans laquelle ils vont achever leur existence physiologique. Il y a là, sans nul doute, des forces plus faciles à concevoir qu'à expliquer, qui, agissant de la circonférence au centre, produisent des tractions d'autant plus fortes que l'adhérence des filets au corps ligneux est plus ancienne et plus considérable. De ces forces et de ces résistances, ainsi que des entraves qu'opposent naturellement les filets au centre desquels se produisent ces phénomènes, résultent les ondulations, les épaississements, les greffes et une foule d'autres effets physiologiques que nous ne pouvons expliquer maintenant.

» Le phénomène de l'élargissement de la région centrale des tiges et de l'allongement des filets, a certainement lieu progressivement et pour ainsi

dire année par année, de la base du végétal à son sommet, puisque nous trouvons que les filets sont d'autant plus courts qu'on approche davantage des bourgeons (1).

» Mais il ne faudrait pas couclure de là que l'effet de l'allongement des filets se produit de leur base respective à leur sommet, car c'est précisément le contraire qui a lieu.

» Ce qui nous le prouve bien, c'est que les ondulations que nous venons de signaler, et qui ont également été observées par M. de Mirbel; ondulations qui prouvent, d'une part, une grande force de traction produite par le développement du tissu cellulaire, et, de l'autre, une grande résistance produite par l'adhérence des filets au corps ligneux, sont parfois situées au milieu de la longueur des filets. Ces filets ont donc résisté un certain temps à l'effort qui les poussait en quelque sorte vers le centre et qui a produit les ondulations; ils se sont donc ensuite allongés naturellement, sans effort, en un mot, normalement.

» Je ne puis, sous ce rapport encore, m'accorder avec M. de Mirbel qui, après avoir parlé une première fois de ces ondulations, dont il n'a pas fixé la position (*Comptes rendus*, 7 octobre 1844, p. 595, lig. 4), dit (p. 696, lig. 32): « On aperçoit déjà dans bon nombre de filets naissants les replis en zigzag » que j'ai signalés dans la région centrale. »

» Dès que M. de Mirbel voudra bien nous dire d'une manière précise où il a vu ces filets naissants, nous lui soumettrons quelques-unes de nos observations sur ce point, ainsi que sur celui des filets du centre de la souche des jeunes *Dracæna* (*Cordyline australis*) qui, selon lui, se portent incessamment vers la circonférence (p. 699, ligne 30). Disons pourtant d'avance que, pour nous, ces deux phénomènes sont également impossibles (2).

» Le décollement des filets, et leur passage de la région intermédiaire à la région centrale, est un fait nouveau très-remarquable, très-important, et qui jettera un grand jour sur les phénomènes qui se rattachent à l'organisa-

---

(1) Ceux de ces filets qui, latéralement, approchent le plus le corps ligneux sont aussi plus courts, ce qui tient à ce que leur décollement s'est naturellement ou accidentellement arrêté. Je signale ce fait, sans le comparer, bien entendu, au premier, puisqu'il tient à une autre cause.

(2) Là, encore, lignes 30 et suivantes, se trouve une énorme contradiction. « Remarquons, » dit M. de Mirbel, que, dans le stipe et la souche des jeunes *Dracæna* (*Cordyline australis*), » les filets de la région centrale se portent incessamment vers la circonférence et contribuent » à former ainsi la région intermédiaire. »

C'est précisément ce que je soutiens pour les tiges (stipes); mais je le nie pour les souches!

tion interne des tiges des Monocotylés, ainsi que sur les fonctions physiologiques de ces végétaux, et de leurs parties prises aux diverses périodes de la vie.

» Des considérations physiologiques sur ce sujet nous conduiraient trop loin; nous y viendrons forcément un peu plus tard.

» Ce transport des filets de la région intermédiaire dans la région centrale est très-abondant, à tel point même que si cette tige de *Cordyline*, qui n'a maintenant que 3 à 4 centimètres de diamètre, pouvait, comme je le crois, en acquérir trois ou quatre fois plus, il arriverait un moment où presque tous les filets qui, en ce moment, forment sa région intermédiaire ou ligneuse feraient partie de sa région centrale.

» De tout ce que je vous ai dit jusqu'à présent sur le *Cordyline australis*, il reste entièrement démontré, du moins pour moi, que les filets se développent de haut en bas, à partir de la base des mérithalles tigellaires; que ceux de ces filets qui servent à former les premières couches ligneuses peuvent successivement passer pendant un certain temps, peut-être plusieurs années de suite, de la région intermédiaire ou ligneuse à la région médullaire ou centrale, et que ces filets ne se croisent jamais normalement dans le centre des tiges.

» Je ne nie pourtant pas d'une manière absolue que par des causes encore cachées, quelques rares filets ne puissent accidentellement, anormalement, traverser la tige d'un bord intérieur à l'autre, puisque je suis moi-même en mesure de vous en montrer un (mais un seul) qui offre cette apparence; mais je le nie en tant que fait naturel, général et constant. En un mot, j'admets l'exception, mais je refuse la règle.

» Deux mots encore, messieurs, pour fixer votre attention sur les trois jeunes bourgeons que portait le plus grand tronçon de ce *Cordyline australis*. Je vous ai dit que j'en avais retranché un, le plus inférieur, mais sans enlever la griffe radiculaire qu'il avait naturellement formée pour se greffer au tronc.

» Ces trois griffes ou empâtements ligneux sont incomplétement disséqués; mais ils le sont assez pour que vous puissiez reconnaître et décider vous-mêmes que les filets radiculaires qui les composent et n'ont encore que 5 à 6 millimètres de longueur, viennent bien des bourgeons; qu'ils rayonnent de la base de ces bourgeons dans toutes les directions, et que ceux du sommet et des côtés se courbent progressivement pour prendre la direction descendante qu'ils ne quittent plus (1). »

---

(1) La *fig.* 8 de la *Pl. V* de mon *Organographie* donne une assez bonne idée de ce dernier fait.

PHYSIQUE. — *Note sur l'électrochimie ; par* M. **Pouillet.**

« J'ai entrepris depuis longtemps une série de recherches sur la production de l'électricité voltaïque et sur les lois de l'électrochimie : ce travail touche à son terme ; cependant les expériences auxquelles il m'a conduit sont si nombreuses, et les questions que j'y traite ont été, pour la plupart, l'objet de tant de controverses, qu'il me faudra encore du temps pour y mettre la dernière main. En attendant qu'il me soit possible de le présenter à l'Académie, j'ai pensé qu'il pourrait être utile d'appeler dès à présent l'attention des physiciens sur un fait général qui, je crois, n'avait pas été observé et qui tient une place importante dans cette discussion.

» On a proposé des hypothèses diverses pour expliquer le passage du courant électrique au travers des corps composés, et pour rendre compte des décompositions chimiques qui en résultent; dans toutes ces hypothèses on admet, ou explicitement ou implicitement, *que les électricités contraires des deux pôles de la pile exercent des actions égales et opposées,* qu'elles constituent en quelque sorte deux forces de même intensité chimique, agissant chacune dans son sens aux deux extrémités de la chaîne formée par le liquide qui est soumis à la décomposition.

» Ainsi, dans la décomposition de l'eau, on admet que, s'il se dégage par exemple 2 équivalents d'oxygène au pôle positif, et 2 équivalents d'hydrogène au pôle négatif, chacun des pôles concourt également à cette séparation et avec la même activité; c'est-à-dire que des 2 équivalents d'oxygène, il y en a un qui résulte de l'initiative du pôle positif, qui a pris cet équivalent et qui a fait parvenir au pôle négatif l'équivalent correspondant d'hydrogène par une série de décompositions successives ou autrement, et que l'autre équivalent d'oxygène résulte, au contraire, de l'initiative du pôle négatif, qui lui, a pris 1 équivalent d'hydrogène, et qui a, en quelque sorte, envoyé, d'une façon ou de l'autre, l'équivalent correspondant d'oxygène au pôle positif.

» Il en est de même des chlorures, iodures ou bromures métalliques dissous dans l'eau et soumis à l'action de la pile, sans que l'eau soit elle-même décomposée par le courant; seulement le chlore, l'iode ou le brome prennent la place de l'oxygène, et le métal celle de l'hydrogène.

» Il en est encore de même des alcalis, des acides et des sels alcalins ou métalliques; ici, à la vérité, on n'est pas d'accord sur le mode de décomposition, les uns admettant que le métal se dépose de lui-même par une action

directe, les autres admettant qu'il se dépose par une action secondaire, son oxyde étant réduit par l'hydrogène; mes expériences confirment pleinement la première opinion, même pour les sels alcalins; mais je n'entre pas pour l'instant dans cet examen; mon but est seulement de rappeler que, si l'on discute sur le mode de décomposition de ces corps, l'on ne discute pas sur *la puissance relative des pôles;* on admet qu'ils agissent toujours comme deux forces conspirantes, égales et opposées.

» Avant d'admettre ce principe, qui est comme le point de départ et la base fondamentale de toute théorie électrochimique, il m'a semblé nécessaire d'en constater la rigueur par des expériences directes. Ces recherches me semblaient d'autant plus indispensables, que le principe dont il s'agit se lie d'une manière intime avec les conditions d'équilibre des forces électriques dans les groupes moléculaires des corps composés.

» On comprend, en effet, combien il importe de savoir si les corps élémentaires qui ne se combinent jamais sans dégager des électricités contraires constituent, après leur combinaison, des corps absolument neutres, ou des corps dont la neutralité ne soit qu'apparente et soumise à certaines conditions.

» J'ai donc cherché à instituer des expériences décisives sur ce point. Il y avait à cela des difficultés de plus d'une sorte; car il fallait étudier séparément les changements chimiques survenus dans le liquide autour de chacun des pôles de la pile, et il fallait cependant que le liquide fût continu, pour qu'il n'éprouvât pas des actions multiples et complexes. Après quelques essais, j'ai dû renoncer à l'emploi des diaphragmes perméables, soit en terre cuite, soit en matière organique, soit en argile ou en amiante, parce que le passage du courant produit une élévation de température considérable dans les petits filets liquides qui se ramifient dans les pores de ces diaphragmes, et aussi parce qu'il se développe des phénomènes d'endosmose qui altèrent les résultats, et dont je n'ai pu tenir un compte satisfaisant, même après en avoir déterminé les principales conditions et les lois. J'ai dû renoncer aussi à séparer les liquides de chaque pôle, par une colonne d'un autre liquide conducteur, non pas à cause du phénomène du transport, qui ne s'accomplit aucunement comme on le suppose, mais parce qu'en général il se produit alors des pôles multiples, c'est-à-dire des pôles contraires, de part et d'autre, de la surface de séparation des deux liquides, et il en résulte des actions chimiques diverses.

» L'appareil auquel je donne la préférence se compose simplement de deux tubes de verre d'environ 12 centimètres de hauteur, sur 8 ou 10 millimètres de diamètre, disposés verticalement et réunis à leur partie inférieure

par un tube courbe, soudé à chacun d'eux, d'environ 2 millimètres de diamètre. Ces tubes sont destinés à contenir chacun 4 ou 5 centimètres cubes de liquide dans chaque branche, et ils sont jaugés avec soin, afin d'observer le changement total de volume que le liquide peut éprouver pendant l'opération.

» Le courant de la pile passe par un voltamètre où l'on recueille les gaz, et les deux pôles, qui sont en général des fils ou des lames de platine, plongent chacun dans l'une des branches de l'appareil. Il est en général nécessaire d'exposer à la même action plusieurs tubes semblables; alors ils sont mis en communication par des fils métalliques qui vont de la branche positive de l'un à la branche négative de l'autre.

» Le nombre des éléments que l'on peut employer se limite en général par l'élévation de température qui se produit dans le coude qui réunit les deux branches de chaque tube; il importe, dans tous les cas, que cette élévation de température ne puisse pas mélanger les liquides des deux branches. Il m'est arrivé souvent d'employer cinquante éléments de Bunsen sans aucun inconvénient de cette nature.

» Je ne rapporterai ici, pour le moment, que les expériences que j'ai faites sur les chlorures métalliques, parce qu'elles me semblent parfaitement suffisantes pour mettre en évidence le fait principal que je me propose d'établir dans cette Note.

» On a soumis à l'expérience trois tubes contenant une dissolution concentrée de chlorure d'or; des épreuves préalables avaient fait connaître que, dans 4 centimètres cubes de cette dissolution, il y avait $0^{gr},348$ d'or métallique.

» Après avoir obtenu 15 centimètres cubes d'oxygène au voltamètre, on a enlevé le premier tube, on a décanté de suite et séparément le liquide de la branche positive et celui de la branche négative, pour en faire l'analyse au moyen de l'évaporation et de la réduction complète du chlorure. Le liquide de la branche positive avait conservé toute la quantité d'or qu'il avait primitivement, et celui de la branche négative avait perdu en or $0^{gr},180$, c'est-à-dire presque exactement ce qui correspond à 15 centimètres cubes d'oxygène, à raison de $\frac{2}{3}$ d'équivalent d'or pour 1 équivalent d'oxygène.

» Après avoir obtenu au voltamètre encore 10 centimètres cubes d'oxygène, on a enlevé le deuxième tube pour analyser aussi le liquide correspondant à chaque pôle; la branche positive avait encore conservé son état primitif, ou à très-peu près; toute la décomposition du chlorure s'était accomplie dans la branche négative, et l'analyse a, en effet, montré que la perte

d'or qu'elle avait subie correspondait, en poids, au volume d'oxygène dégagé dans le voltamètre.

» L'action de la pile avait continué sur le troisième tube, mais elle s'était fort ralentie, la densité du liquide de la branche négative était devenue bien moindre que celle de la branche positive; elle était presque complétement décolorée, et l'hydrogène s'était montré avec assez d'abondance au pôle négatif, en même temps que de faibles portions d'or s'y déposaient encore; mais mon but n'est pas d'entrer ici dans l'examen de ces faits subséquents.

» Cette expérience a été répétée plusieurs fois, avec des dissolutions plus ou moins concentrées, et des courants plus ou moins énergiques, et elle a toujours reproduit les mêmes phénomènes et les mêmes périodes, sauf la quantité absolue d'or qui peut être déposée avant que l'hydrogène apparaisse au pôle négatif.

» Il semble en résulter que dans la décomposition du chlorure d'or, le pôle positif reste sans action décomposante, que toute la puissance chimique est réservée au pôle négatif qui prend l'or et envoie le chlore se dégager au pôle positif, par une série de décompositions et de recompositions successives.

» Si le pôle positif avait une action chimique précisément égale à celle du pôle négatif, il ferait autre chose que de recevoir passivement du chlore, il en dégagerait à son tour par son action propre, et ferait passer sur le fil négatif la quantité d'or correspondante. Celui-ci recevrait en somme le même poids de métal, mais ce métal aurait deux origines différentes: une moitié se serait déposée directement dans la branche négative, et l'autre proviendrait indirectement de la branche positive; en sorte que les deux branches se dépouilleraient également, et à une époque quelconque de l'expérience elles resteraient également denses, également colorées, et également riches en or et en chlorure.

» Cependant il ne faut pas trop se hâter de généraliser; il faut auparavant examiner avec soin les phénomènes que présentent les autres composés chimiques.

» On a soumis à l'expérience tous les autres chlorures métalliques solubles, en suivant exactement le même procédé; seulement, pour analyser les liquides contenus dans chaque branche à diverses périodes de l'opération, il a fallu employer des méthodes différentes; les uns se dosant par le chlorure sec, les autres par l'oxyde qu'ils donnent, et d'autres enfin par la quantité de chlorure d'argent qu'ils produisent.

» Dans toute cette série de corps composés, le pôle négatif n'a pas une action chimique à peu près exclusive, comme dans le chlorure d'or, mais il a

toujours une action très-prédominante, de telle sorte que la branche négative finit par se dépouiller presque complétement de son chlorure, tandis que la branche positive en conserve encore des proportions considérables. Au commencement de l'action, quand le liquide est identique dans les deux branches, la quantité de chlorure décomposée dans la branche négative est au moins les deux tiers de celle qui se trouve décomposée dans la branche positive, comme il arrive pour les chlorures de manganèse, de fer et de cobalt; pour d'autres chlorures, cette proportion s'élève aux trois quarts et dépasse même quelquefois les quatre cinquièmes. Je n'ai déterminé ce rapport très-exactement que pour certains chlorures, parce qu'il m'a paru dépendre du degré relatif de concentration du liquide dans les deux branches de l'appareil, et aussi parce que, vers la fin de l'opération, quand la branche négative est à un certain degré dépouillée de son chlorure, les phénomènes se compliquent par la décomposition de l'eau, ou par la formation des pôles multiples, ou par des dépôts d'oxyde ou d'hydrate.

» Dans toutes ces expériences, il importe que le fil qui plonge dans la branche négative en occupe à peu près toute la hauteur; si, par exemple, elle n'en occupe que la moitié, on aperçoit bientôt une séparation tranchée qui se fait dans le liquide un peu au-dessous de l'extrémité du fil; tout le liquide supérieur devient moins dense et le liquide inférieur beaucoup plus dense; alors le pôle négatif n'est plus en contact avec un liquide dont le degré de concentration soit uniforme.

» Il importe aussi que le métal qui se dépose sur le fil négatif ne vienne pas à se détacher, car il tombe alors au fond du tube, et il donne naissance à un double pôle, qui agit alors principalement pour dépouiller la branche positive du métal qu'elle contient; ces parcelles agissent exactement comme ferait un fil métallique placé dans le tube coudé, et formant, pour sa part, un pôle positif à l'une de ses extrémités, et un pôle négatif à l'autre.

» Parmi les chlorures solubles il s'en trouve sur lesquels les expériences de cette nature sont très-difficiles: tel est, par exemple, le chlorure de cadmium. Une dissolution de ce corps, même quand elle est fort concentrée, donne au pôle négatif un dépôt métallique qui végète en fibres déliées, et qui s'étale avec une incroyable rapidité d'un pôle à l'autre, en passant par le petit tube de communication. Il suffit quelquefois de trois ou quatre secondes pour que ces filaments métalliques de cadmium, à peine perceptibles tant ils sont déliés, s'allongent de plusieurs centimètres, et viennent toucher au fil positif.

» Je me borne à ajouter ici que j'ai fait sur beaucoup d'autres composés inorganiques ou organiques des expériences analogues à celles que je viens

d'indiquer sur les chlorures métalliques, et que dans tous ces composés divers, j'ai constaté en général l'*inégale puissance des pôles* pour déterminer la séparation chimique des éléments.

» Qu'il me soit permis d'indiquer maintenant une conséquence qui me semble résulter de ce fait général.

» On peut en déduire que les éléments qui sont séparés par l'action de la pile n'ont pas la même facilité à se mouvoir dans le liquide où s'opère la décomposition; que, par exemple, le chlore se meut plus facilement que l'or, et que c'est pour cela que le pôle positif reste sans action; car l'or qu'il aurait séparé de son équivalent de chlore ne pourrait cheminer ou vibrer que très-péniblement pour gagner le pôle négatif, où il doit à la fois se déposer et neutraliser l'électricité dont il est chargé. Si cette explication était admise, il y aurait à examiner comment cette aptitude à se mouvoir plus ou moins librement se trouve liée au volume ou à la masse de l'équivalent chimique de l'élément.

» Mais je suis plus porté à considérer ces faits sous un tout autre point de vue, qui me semble plus conforme aux lois générales de la science.

» Puisque les corps dégagent de l'électricité au moment où ils se combinent, on peut regarder comme certain que les éléments constitutifs d'un corps composé sont dans des états électriques contraires; toute la question est de savoir si ces deux électricités différentes sont complétement ou incomplétement neutralisées l'une par l'autre. Dans le premier cas, le composé étant, par exemple, le chlorure de fer dissous dans l'eau, tout corps chargé d'électricité qui touche la dissolution, et qui agit par conséquent à une distance insensible sur l'équivalent de chlorure, exerce son action par deux forces qui composent un couple, c'est-à-dire qu'il attire, indifféremment, l'équivalent de chlore ou l'équivalent de fer.

» Dans le second cas, si les fluides électriques du chlore et du fer ne sont pas complétement neutralisés pour la distance dont il s'agit, le corps électrisé qui plonge dans la dissolution exerce une action prédominante sur l'un des éléments; il choisit celui qui possède une électricité contraire à la sienne, pour l'attirer, tandis qu'il repousse l'autre élément, etc. La résultante de cette action est plus grande ou plus petite, suivant que le corps est lui-même chargé d'électricité positive ou négative. Or, c'est là précisément le phénomène que présentent les deux pôles de la pile chargés d'électricités contraires; ils exercent des actions inégales. Il semble donc permis de conclure que, dans les corps composés, la neutralisation des fluides électriques contraires est incomplète.

» Si cette déduction est rigoureuse, il s'en présente une autre qui ne l'est pas moins; c'est qu'en plongeant dans une dissolution un corps conducteur non électrisé, les molécules qui le touchent, et qui agiraient sur lui par des actions inégales s'il était chargé de l'un ou l'autre fluide, agissent nécessairement sur lui, même quand il est à l'état naturel, et le constituent à l'état positif ou à l'état négatif, suivant la nature de la force électrique qui prédomine dans l'équivalent du corps composé; de là, par conséquent, l'origine de l'électricité, qui semble se produire au contact de certains corps, et qui se trouve ainsi dépendre à la fois, et du contact et de l'action chimique elle-même, sans être le produit exclusif de l'une ou l'autre de ces actions considérée isolément. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note sur les ouvrages de* Desargues; *par* M. CHASLES.

« Desargues (1593-1662), le contemporain et l'ami des plus illustres géomètres du XVIIe siècle, de Descartes, de Fermat, de Pascal, cultivait plus particulièrement les méthodes de la Géométrie pure, quoiqu'il prît part aussi aux questions d'analyse qui s'agitaient entre Descartes et Fermat, et même aux systèmes et aux discussions philosophiques du premier de ces deux grands génies.

» Ses principaux ouvrages en Géométrie étaient des Traités des Sections coniques; de la Perspective; des Cadrans solaires, et de la Coupe des pierres. Comme ils étaient très-succincts et de peu de volume, parce que Desargues se bornait à exposer les principes généraux et l'essence de ses découvertes, ils se sont perdus, et leurs titres mêmes étaient la plupart ignorés dans ces derniers temps; à peine était-il possible d'en trouver quelques traces. Les voici :

» 1°. *Brouillon-projet d'une atteinte aux événements des rencontres du cône avec un plan;* par le sieur Desargues, Lyonnais; 1639.

» 2°. *Méthode universelle de mettre en perspective les objets donnés réellement, ou en devis, avec leurs proportions, mesures, éloignements, sans employer aucun point qui soit hors du champ de l'ouvrage; par* G. D. L. (Girard Desargues, Lyonnais); à Paris, 1636. Le privilége est de 1630.

» 3°. *Brouillon-projet de la Coupe des pierres;* 1640.

» 4°. *Les Cadrans, ou Moyen de placer le style ou l'axe.* Inséré à la suite du Brouillon de la Coupe des pierres.

» Il est à croire qu'il a existé plusieurs autres écrits de Desargues, qui

parfois étaient de simples feuilles volantes ; mais les quatre dont nous venons de rapporter les titres paraissent avoir été les principaux.

» Descartes et Fermat parlent avec éloges de ces ouvrages dans leurs Lettres. Le premier vante surtout la métaphysique et la généralité des conceptions de l'auteur. Pascal, qui avait pris Desargues pour guide, cite du *Brouillon-projet des coniques* une proposition qu'il appelle *merveilleuse,* et qui, en effet, exprimant une propriété générale de six points d'une conique, constitue une véritable équation de la courbe et se prête à une foule de conséquences et de corollaires; cette propriété, fondée sur la théorie de l'involution de six points, joue un grand rôle dans les méthodes récentes de la Géométrie. Leibnitz parle de Desargues dans les *Acta Eruditorum* de Leipsick et dans sa correspondance avec Jean Bernoulli; il cite notamment une des conceptions du géomètre français comme se rattachant à sa grande et féconde loi de continuité.

» Ces témoignages suffisent pour montrer que les ouvrages de Desargues étaient d'un véritable intérêt; et pourtant ils se sont perdus, et l'auteur lui-même était tombé dans l'oubli, jusqu'à ces derniers temps où M. Poncelet a ressuscité ce géomètre éminent et marqué sa place dans l'histoire des Mathématiques.

» Les documents sur lesquels s'est fondé le savant académicien sont surtout un écrit de Beaugrand sur le *Brouillon-projet des coniques,* et des Traités de Perspective, des Cadrans, et de la Coupe des pierres, composés par Bosse, célèbre graveur et professeur à l'Académie royale de peinture, d'après les méthodes de Desargues.

» Bien que l'écrit de Beaugrand soit destiné à combattre, et on peut dire à dénigrer les conceptions et les méthodes de Desargues, il a produit sur l'esprit analysateur de M. Poncelet un effet contraire, et a suffi pour lui révéler le mérite du Traité des Coniques.

» Les ouvrages de Bosse, où se trouvent une Lettre intéressante de Desargues et quelques propositions de géométrie, placées à la suite du Traité de Perspective, ont montré aussi au savant géomètre que le caractère de généralité qui distingue le Traité des Coniques se retrouvait dans les autres ouvrages de Desargues. Aussi M. Poncelet, en réparant, dans son *Traité des propriétés projectives,* l'oubli des biographes et la lacune qui existe dans l'histoire des Mathématiques, a-t-il appelé Desargues *le Monge de son siècle.*

» L'étude que j'ai dû faire moi-même de ces matières en m'occupant de mon *Aperçu historique sur l'origine et le développement des Méthodes en*

Géométrie (1) et les documents nouveaux que je suis parvenu à réunir m'ont confirmé dans le jugement de M. Poncelet, et m'ont convaincu qu'une partie notamment des méthodes actuelles de la Coupe des pierres est due à Desargues, et que l'introduction des principes rigoureux de la Géométrie dans les pratiques de la perspective date aussi de cette époque. Auparavant les arts de la stéréotomie reposaient en partie sur des règles empiriques souvent fautives. Les architectes n'admettaient pas qu'un géomètre fût compétent dans l'art de la Coupe des pierres; les peintres refusaient d'admettre que des règles précises pussent leur être imposées dans la perspective de leurs tableaux. Aussi, les innovations de Desargues lui suscitèrent une foule d'adversaires, et jusqu'à des procès en parlement; et quant à Bosse qui, sans être un profond géomètre, avait assez de pénétration et de jugement pour apprécier le mérite des œuvres de Desargues, il éprouva aussi les persécutions que suscitent l'envie et l'ignorance; il lui fut défendu d'enseigner les méthodes du sieur Desargues dans son cours à l'Académie royale de peinture. Une partie de ces détails, que j'abrége ici, se trouvent dans les ouvrages de Bosse, et d'autres très-curieux nous sont révélés surtout par un petit écrit fort rare d'un architecte nommé Curabelle, adversaire passionné de Desargues (2).

---

(1) Voir les pages 74-88 et 331-334.

(2) Un premier ouvrage de Curabelle est intitulé : *Examen des œuvres du sieur Desargues;* par J. Curabelle, in-4°; 1644. Et un second : *Faiblesse pitoyable du sieur Desargues employée contre l'examen de ses œuvres;* par J. Curabelle.

On voit dans ce second écrit que Desargues avait offert de soutenir la bonté de ses principes sur la Coupe des pierres, par une gageure de *cent mille livres,* qui n'a été acceptée que pour *cent pistoles* par Curabelle. Les articles d'une convention à ce sujet ont été rédigés le 2 mars 1644; mais la difficulté de s'entendre sur tous les points a donné lieu à divers libelles de part et d'autre, et enfin l'affaire a été soumise au parlement le 12 mai de la même année. Elle était en cet état quand Curabelle publia l'écrit qui nous donne ces détails.

La difficulté de s'entendre provenait principalement du choix des jurés. Le passage suivant montre bien que Desargues avait basé son Traité de la Coupe des pierres sur les principes rigoureux de la géométrie, et que ses adversaires fondaient leurs critiques sur l'autorité seule de la routine du siècle : Desargues voulait « *s'en rapporter au dire d'excellents géomètres* » *et autres personnes savantes et désintéressées, et en tant qu'il serait de besoin aussi, des* » *jurés-maçons de Paris.* » A cela Curabelle répond : « ce qui fait voir évidemment que ledit » Desargues n'a aucune vérité à déduire qui soit soutenable, puisqu'il ne veut pas des vrais » experts pour les matières en conteste; il ne demande que des gens de sa cabale, comme » des purs géomètres, lesquels n'ont jamais eu aucune expérience des règles des pratiques en » question, et notamment de la Coupe des pierres et l'architecture qui est la plus grande

» Il me semblait que pour l'histoire de la Géométrie, cette branche des mathématiques si belle et si importante par les lumières qu'elle répand sur l'enseignement et par ses nombreuses applications, il était très-désirable qu'on pût retrouver les ouvrages originaux de Desargues ; car ils font époque à double titre : par la nature des conceptions et des méthodes de l'auteur en Géométrie spéculative, et comme renfermant une théorie générale des arts de construction. Dans ce but, après m'être appliqué à pénétrer et à faire ressortir, dans mon *Aperçu historique*, le caractère et l'importance des œuvres de Desargues, d'après les vestiges épars et les témoignages qui s'en pouvaient retrouver dans les ouvrages contemporains, soit des géomètres, soit des artistes, j'ai rapporté deux indications qui pourraient servir dans leur recherche.

» Bosse dit, dans son livre intitulé : *Pratiques géométrales*... 1665 :
« Feu M. Millon, savant géomètre, avait fait un ample manuscrit de toutes
» les démonstrations de Desargues, lequel méritait bien d'être imprimé. »

» On lit dans l'*Histoire littéraire de la ville de Lyon*, par le P. Colonia, 1720 : « On va bientôt donner au public une édition complète des ouvrages
« de Desargues. M. Richer, chanoine de Provins, auteur de deux Mémoires
« curieux et détaillés sur les ouvrages de son ami M. de Lagny, et sur ceux
« de M. Desargues, sera l'éditeur de cet important ouvrage, qui intéresse
« singulièrement la ville de Lyon. »

» Ces renseignements pouvaient faire espérer qu'il se retrouverait un jour quelques pièces, soit du manuscrit de Millon, soit des matériaux réunis par Richer.

» En effet, j'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que j'ai trouvé, il y a peu de jours, chez un libraire, le *Brouillon-projet des coniques ;* c'est une copie manuscrite qui, d'après une Note de De la Hire, paraît avoir été écrite par lui-même en 1679 ; ce qui semble indiquer qu'alors, c'est-à-dire quarante ans précisément après sa publication, l'ouvrage de Desargues était déjà fort rare.

» Une circonstance permet d'espérer que l'on est sur la voie des autres

---

» partie des œuvres de question, et partant ils ne peuvent parler des subjections que les divers
» cas enseignent. »

Ce passage suffit pour faire décider la question entre Desargues et ses détracteurs.

Delarue, dans son *Traité de la Coupe des pierres*, avait accueilli de confiance les critiques de Curabelle ; mais le savant ingénieur Frézier, après s'être rendu compte des méthodes de Desargues dans les ouvrages de Bosse, en a reconnu le mérite. Il dit notamment que Desargues a réduit tous les traits de la formation des berceaux droits, biais, en talus et en descente, à un seul problème, et que *cette méthode était ingénieuse et aurait dû lui faire honneur.*

ouvrages de Desargues; c'est que ce volume provient probablement des pièces réunies par Richer, car il porte ces mots imprimés : *Ex libris Richer;* et, en outre, il appartient à la bibliothèque de feu M. l'abbé Richer du Bouchet, chanoine d'Auxerre, dont la vente doit se faire prochainement.

» Il est à croire que d'autres pièces semblables se trouvaient dans la même bibliothèque, et qu'elles n'auront pas été envoyées à Paris, parce qu'elles étaient de trop mince volume, ou qu'elles n'étaient pas reliées en forme de livre imprimé, comme est le volume actuel.

» J'ai pensé que l'Académie pourrait désirer faire l'acquisition de cet ouvrage d'un des plus excellents géomètres du XVIIe siècle; et, en second lieu, que l'Académie voudrait bien prier M. le ministre de l'Instruction publique de faire faire des démarches auprès de la famille ou de la succession de M. l'abbé Richer du Bouchet, chanoine d'Auxerre, pour savoir s'il s'y trouve quelques pièces imprimées ou manuscrites, relatives aux ouvrages de Desargues, ou même aux mathématiques en général; car Richer, le chanoine de Provins, avait aussi réuni les ouvrages de Lagny, savant algébriste, membre de l'Académie des Sciences. Desargues était l'ami de Fermat, de même que de Descartes, de Mersenne, de Pascal; il devait être en relation aussi avec Roberval et les autres personnages éminents de l'époque. Il est donc possible que les matériaux réunis par Richer aient compris des lettres de ces grands hommes, de Fermat notamment, et qu'elles s'y trouvent encore.

» Ce sont ces considérations qui m'ont porté à faire cette communication à l'Académie, persuadé que M. le ministre de l'Instruction publique s'empressera de seconder ses vues pour la recherche des pièces mathématiques qu'elle aura jugé de nature à intéresser l'histoire et les progrès des sciences. »

PHYSIQUE. — *Note sur le chronoscope électromagnétique; par* M. WHEATSTONE.

« Je vois dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* que dans la séance du 20 janvier, il fut lu une communication de M. Breguet, dans laquelle il attribue à M. le capitaine de Konstantinoff, et à lui-même, l'invention du chronoscope électromagnétique, instrument que j'avais moi-même inventé et confectionné plusieurs années auparavant, dans le but de mesurer les mouvements rapides, et surtout la vitesse des projectiles.

» Ce fut au commencement de 1840 que j'inventai cet instrument. Mon chronoscope se composait alors d'un mouvement d'horlogerie faisant agir une aiguille indicatrice, qui marchait ou s'arrêtait suivant qu'un électro-aimant agissait sur une pièce de fer doux, l'attirant lorsqu'un courant traversait l'hélice de l'aimant, et l'abandonnant à lui-même lorsque le courant venait à cesser, comme dans mon télégraphe électromagnétique, dont cette invention peut être considérée comme une des dérivations. La durée du courant était ainsi mesurée par l'étendue du cercle parcouru par l'aiguille du chronoscope.

» Une relation était établie entre la durée du courant et celle du mouvement du projectile par les moyens suivants : un anneau en bois embrassait l'embouchure d'un canon chargé, et un fil métallique tendu reliait deux côtés opposés de cet anneau isolant, passant ainsi devant la bouche du canon. A une distance convenable, était établi un but disposé de telle façon que le moindre mouvement qu'on lui imprimait établissait un contact permanent entre un petit ressort en métal et une autre pièce de métal. Une des extrémités du fil métallique de l'électro-aimant était attachée à un des pôles d'une petite batterie voltaïque; à l'autre extrémité de l'électro-aimant étaient attachés deux fils métalliques dont l'un communiquait avec le petit ressort du but, et l'autre à l'une des extrémités du fil métallique tendu devant la bouche du canon; de l'autre extrémité de la batterie voltaïque partaient aussi deux fils métalliques, dont l'un aboutissait à la pièce métallique fixée sur le but, et l'autre, à l'extrémité opposée du fil métallique passant devant l'embouchure du canon. Ainsi, antérieurement à l'explosion du canon, il se trouvait établi, entre le canon et le but, un circuit non interrompu en fil métallique, et dont le fil métallique en travers de la bouche du canon faisait partie. Une fois le but frappé par le boulet, le second circuit était complété; mais durant le passage du projectile à travers l'air, et pendant ce temps seulement, les deux circuits étaient interrompus, et la durée de cette interruption était indiquée par le chronoscope.

» J'avais déjà démontré par mon télégraphe électromagnétique que, lorsqu'ils sont convenablement disposés, les aimants peuvent être amenés à agir avec une batterie très-faible, quand bien même les fils métalliques décriraient un circuit de plusieurs milles. Par conséquent, le canon, le but et le chronoscope peuvent être placés à des distances quelconques demandées les uns des autres. En raison de la grande rapidité avec laquelle l'électricité se propage, comme l'ont prouvé mes expériences publiées dans les *Philosophical Transactions* de 1834, aucune erreur sensible ne peut résulter de sa transmission successive.

» Pendant une visite que je fis à Bruxelles, au mois de septembre 1840, je décrivis cet appareil à mon ami M. Quetelet, qui en donna connaissance, le 7 octobre, à l'Académie des Sciences de cette ville, communication mentionnée dans le Bulletin de cette séance.

» Dans une visite que je fis postérieurement à Paris (mai 1841), j'expliquai cet appareil et j'en montrai les dessins à plusieurs membres de l'Académie des Sciences de Paris qui vinrent me voir au Collége de France, où, grâce à l'obligeance de M. Regnault, j'eus l'occasion de répéter devant eux plusieurs de mes expériences électromagnétiques. Parmi les personnes présentes était M. Pouillet, qui me demanda l'autorisation de faire copier mes dessins, ce à quoi je consentis volontiers. J'appris de lui, en décembre dernier, que ces dessins étaient encore en sa possession.

» A mon retour en Angleterre, mon ami le capitaine Chapman (1), de l'artillerie royale, convaincu de l'utilité de cet instrument, était très-désireux qu'il fût introduit dans la pratique de l'artillerie à Woolwich, et se donna beaucoup de peine pour y parvenir. Nous eûmes une entrevue à ce sujet avec feu lord Vivian, alors maître général de l'*Ordnance*, et le 17 juillet 1841, j'expliquai à l'Institut de l'artillerie royale la construction de l'instrument et ses diverses applications. Vingt-deux officiers assistèrent à cette séance, dans le compte rendu de laquelle (compte rendu dont je possède une copie), il est dit que mon chronoscope « indiquait $\frac{1}{7300}$ de seconde, » et que mon objet était « de montrer son application aux usages pratiques de l'artillerie », c'est-à-dire de déterminer le temps employé par un projectile à franchir les différentes sections de son parcours, ainsi que sa vitesse initiale. Dans la même séance, je montrai « un chronoscope destiné à mesurer la vitesse des éclairs, » tels que ceux produits par l'ignition de la poudre. » Cet instrument, le seul que M. Breguet m'attribue, n'avait cependant rien de commun avec les courants électriques, comme il le suppose; c'était simplement une série de roues portant sur des axes trois légers disques en papier, d'environ 1 pouce de diamètre chacun. Les temps de leurs révolutions respectives étant comme 1, 10 et 100, le disque dont le mouvement était le plus rapide faisait 200 révo-

(1) Depuis longtemps j'entretenais une correspondance avec le capitaine Chapman à ce sujet. Dans une de ses Lettres, du 27 août 1840, après m'avoir fait part de ses vues sur la manière de conduire ses expériences, il dit : « Nous obtiendrons ainsi la vitesse du projectile à » chacune des sections de sa trajectoire, et j'ose croire que nous arriverons à une connaissance » de l'effet de la gravitation sur le projectile, beaucoup plus satisfaisante que tout ce qu'on » a obtenu jusque aujourd'hui. »

lutions par seconde; sur chaque disque était tracé un rayon: lorsqu'ils étaient éclairés par une étincelle électrique, tous ces rayons paraissaient en repos, en raison de la durée excessivement petite de cette espèce de lumière (comme il est expliqué dans mon Mémoire : *De la vitesse de l'électricité et de la durée de la lumière électrique,* publié dans les *Philosophical Transactions* de 1834); mais lorsqu'ils étaient illuminés par un éclair d'une durée de la deux-centième partie d'une seconde, le troisième disque paraissait uniformément teinté pendant que le second disque montrait un secteur ombré de 36 degrés. Quand l'éclair ne durait que la deux-millième partie d'une seconde, un secteur semblable paraissait sur le troisième disque.

» Pour plusieurs raisons, les expériences avec mon chronoscope électromagnétique ne furent pas poursuivies à Woolwich. En 1842, je fis la connaissance de M. de Konstantinoff, capitaine dans l'artillerie de la garde impériale de S. M. l'Empereur de Russie, et attaché à l'état-major du général de Winspaer; il prit beaucoup d'intérêt à cette affaire, exprima un vif désir d'avoir un appareil complet, afin d'entreprendre lui-même, à son retour en Russie, une série d'expériences telles que celles que j'avais en vue. Comme je n'avais pas moi-même le temps de poursuivre ces expériences, et comme personne en Angleterre, plus habile ou mieux placé pour cela, ne montrait le désir de les poursuivre, je cédais volontiers à sa demande, dans l'espoir que quelques résultats importants pour la science pourraient être obtenus. La seule condition que je mis à mon consentement, était que M. de Konstantinoff ne publierait aucune description de l'appareil, jusqu'au moment où moi-même je l'aurais faite. L'instrument que je fournis à M. de Konstantinoff, et qui lui fut adressé à Paris, en janvier 1843, était autrement construit que celui précédemment décrit, quoique essentiellement le même en principe.

» J'avais trouvé par expérience que lorsqu'une pièce de fer doux avait été attirée par un électro-aimant, et que le courant venait ensuite à cesser, bien que le fer parût retomber immédiatement, son contact était maintenu pendant un temps qui, plusieurs fois, équivalait à une fraction considérable de seconde. La durée de cette adhérence augmentait avec l'énergie du courant voltaïque, et avec la faiblesse du ressort à réactions. Pour la réduire à un minimum, il était nécessaire d'employer un courant très-faible et d'augmenter la résistance du circuit jusqu'à ce que la force d'attraction de l'aimant fût réduite au point de ne surpasser que d'une très-faible quantité la force de réaction du ressort; mais alors l'aimant n'avait plus la force suffisante pour attirer le fer lorsque le projectile frappait le but. Cependant je surmontai cette difficulté de la manière suivante : j'arrangeai les fils métalliques du

circuit de telle sorte, qu'avant que le boulet ne fût lancé par le canon, le courant d'un seul élément de très-petites dimensions, et réduit au degré convenable au moyen d'un rhéostat (1) aussi interposé dans le circuit, agissait sur l'électro-aimant; mais lorsque le boulet arrivait au but, six éléments, sans la résistance du rhéostat, agissaient simultanément sur l'aimant. Mais, même avec ces précautions, qui sont efficaces jusqu'à un certain degré, il y a encore du temps de perdu durant l'attraction du fer par l'aimant, aussi bien que pendant son adhérence après que le courant a cessé. La différence de ces deux erreurs rendrait des approximations telles que $\frac{1}{500}$ ou $\frac{1}{1000}$ de seconde tout à fait incertaines. Toutefois, l'erreur provenant de cette source peut se réduire facilement à moins de $\frac{1}{60}$ ou de $\frac{1}{100}$ de seconde, et dans mon opinion, un chronoscope qui divise la seconde en soixante parties, et qu'on peut prouver ne donner jamais lieu à une erreur dépassant une seule de ces divisions, est préférable à un instrument offrant des divisions plus avancées et qui donnerait lieu à des erreurs embrassant bon nombre de ces divisions. Guidé par ces expériences, je fus en mesure de construire un chronoscope très-simple et très-efficace. Un échappement très-simple était mis en mouvement par un poids suspendu à l'extrémité d'un bout de fil enroulé dans une hélice creusée sur un cylindre fixé sur l'axe d'une roue à échappement. Sur cet axe était aussi adaptée une aiguille qui, conséquemment, avançait d'une division à chaque échappement. Quand il était nécessaire de prolonger le temps de l'expérience, la roue à échappement et le cylindre étaient établis sur des axes différents, et leur engrenage s'opérait au moyen d'une roue et d'un pignon; dans ce cas, deux aiguilles étaient employées. Au moyen de cette construction, on évite l'accélération du mouvement qui aurait eu lieu s'il n'y avait pas eu d'échappement, et l'index franchit chaque divison dans un même temps. Le poids était disposé de manière à pouvoir se régler, et la valeur d'une seule division était obtenue en divisant le temps de la chute entière par le nombre des divisions franchies dans cet intervalle; mais des méthodes encore plus exactes peuvent être employées.

» Au moyen de cet instrument, j'ai mesuré le temps mis par une balle de pistolet à parcourir différentes portées, avec des charges différentes de

---

(1) Une explication de cet instrument se trouve dans ma *Description de plusieurs instruments et procédés pour déterminer les constants d'un circuit voltaïque*, publiée dans les *Philosophical Transactions* de 1843, 2e part., et traduite dans les *Annales de Chimie et de Physique*. Cet instrument est représenté par la *fig.* 1 des dessins qui accompagnent ce Mémoire.

poudre. La répétition de ces expériences donna lieu à des résultats passablement constants, présentant rarement une différence de plus d'une division du chronoscope (1). Je mesurai aussi la chute d'une balle, de différentes hauteurs, et la loi des vitesses accélérées fut obtenue avec une rigueur mathématique. Avec l'appareil dont je me servis pour cette dernière expérience, je pouvais mesurer la chute d'une balle, de la hauteur d'un pouce. Il serait difficile, sans le secours des dessins, de donner une idée des diverses dispositions que j'ai adoptées pour rendre l'instrument applicable à différentes séries d'expériences; mais je puis mentionner que parmi d'autres applications, je me propose de l'employer pour mesurer la vitesse du son à travers l'air, l'eau et à travers les massifs de roc, avec une approximation qu'on n'a jamais obtenue jusqu'à présent.

» Indépendamment de l'instrument que je fournis à M. de Konstantinoff, en avril 1843, le professeur Christie en fit déposer un au cabinet de Physique de l'Académie militaire de Woolwich, et, vers le même temps, un autre fut fait pour M. R. Addams, qui s'en est constamment servi depuis dans ses cours à l'*United service Museum,* et ailleurs.

» Je mentionnerai une modification de l'appareil qui est importante pour certaines séries d'expériences : au lieu de rompre la continuité du circuit et de la reconstituer ensuite comme nous l'avons dit jusqu'ici, l'électro-aimant est maintenu en équilibre au moyen de deux courants égaux et opposés; en interrompant le premier circuit, l'équilibre est détruit, et en interrompant le second, le courant occasionné par la destruction de l'équilibre cesse. Le second circuit est rompu par une balle traversant un cadre sur lequel est tendu un fil métallique très-fin disposé en lignes parallèles et très-serrées, et formant partie du circuit. Cette disposition fournit les moyens d'employer un chronoscope totalement différent du premier. Deux pendules, dont l'un à demi-secondes, et l'autre d'un mouvement un peu plus accéléré, sont maintenus chacun aux extrémités de leurs arcs d'oscillation par un électro-aimant. Quand la balle s'échappe du fusil, l'un des pendules est libéré, et quand il rompt le fil métallique du cadre, l'autre pendule est aussi libéré. On compte alors le nombre d'oscillations d'un des pendules jusqu'à ce que le mouvement des deux pendules coïncide, et, d'après ce fait, on détermine aisément le

(1) Ces expériences, dans lesquelles je fus assisté par sir James South et M. Purday, célèbre armurier, eurent lieu en octobre 1842, dans les terrains attenant à l'observatoire de Camden-Hill.

temps qui sépare les commencements des premières oscillations des deux pendules.

» Les instruments que je construisis réellement n'avaient d'autre objet que d'indiquer le temps écoulé entre le mouvement initial et le mouvement final d'une balle parcourant sa trajectoire. M. de Konstantinoff désirait un instrument mesurant les temps correspondant aux divisions successives de la trajectoire. Bien que je pensasse alors, et que je sois encore de l'avis qu'il est préférable de les déterminer au moyen de décharges successives, j'imaginai un appareil à cet effet, mais je n'en entrepris pas la construction, en raison de son prix plus élevé et de sa plus grande complexité, bien qu'il fût l'objet de fréquentes conversations entre nous. C'était afin de réaliser ces idées que M. de Konstantinoff, après son départ d'Angleterre et pendant son séjour à Paris, s'adressa subséquemment à M. Breguet, afin de profiter de l'habileté et de l'ingéniosité bien connues de cet ingénieur. Je suis parfaitement persuadé que M. de Konstantinoff n'eut jamais l'intention de s'attribuer cette invention, et que c'est entièrement sans son approbation, et à son insu, que M. Breguet vient de le faire (1).

» Quant à l'instrument décrit par M. Breguet, je le considère comme beaucoup moins exact, beaucoup plus compliqué et plus coûteux qu'aucun de ceux que j'ai précédemment inventés. Quand il est réduit uniquement à déterminer les mouvements initial et final d'une balle, l'instrument de M. Breguet est muni de cinq électro-aimants, chacun avec son mécanisme, tandis que le mien atteint le même résultat avec un seul électro-aimant; et lorsque les différentes divisions d'une même trajectoire doivent être étudiées, M. Breguet propose un aimant complémentaire et fait d'autres additions à chacune des partitions que doit traverser la balle. Si M. Breguet avait été mieux informé des moyens par lesquels je devais obtenir une suite de mesures successives correspondant à une même trajectoire, il aurait trouvé que ce qu'il propose d'obtenir, même avec une douzaine d'électro-aimants, le serait d'une manière plus efficace au moyen d'un seul. Voici quel était mon plan :

» Un cylindre exécute un mouvement de rotation autour d'une vis, de façon à avancer d'un quart de pouce par révolution; à une des extrémités du

---

(1) Je joins ici un extrait d'un écrit que me donna M. de Konstantinoff, avant de quitter Londres :

« M. Wheatstone ayant eu la complaisance de me faire confectionner un appareil com-
» plet, de son invention, pour mesurer les chutes des corps et les vitesses initiales des pro-
» jectiles, je m'engage, etc.»

cylindre est adaptée une roue dentée d'un diamètre un peu plus grand que celui du cylindre, et qui s'engrène avec un pignon dont la longueur est égale à la portion totale d'axe que doit franchir le cylindre dans ses révolutions successives; ce pignon communique avec des rouages mis en mouvement par un poids suspendu à l'extrémité d'un fil qui tourne autour d'un cylindre, et le rouage est muni d'un régulateur qui en égalise le mouvement; un crayon, adapté à l'extrémité d'un petit électro-aimant, est amené en contact avec le cylindre et y trace une hélice qui est interrompue chaque fois que le courant cesse. J'empruntai l'idée de la partie chronoscopique de cet appareil d'un instrument destiné à mesurer de très-petits intervalles de temps, inventé par feu le docteur Young, et qui est décrit et dessiné dans son *Cours de Philosophie naturelle.* On comprend aisément, d'après ce que j'ai déjà rapporté, de quelle manière le commencement et la fin du mouvement d'un projectile sont indiqués par cet instrument. Les périodes intermédiaires sont enregistrées de la manière suivante : aux points voulus sur la ligne de passage du projectile, on établit des cadres fermés par des réseaux en fil métallique; le projectile rompt les fils métalliques en traversant les cadres; on emploie autant de batteries voltaïques qu'il y a de paires de cadres dont les fils métalliques communiquent avec les pôles de ces batteries voltaïques et avec le fil métallique de l'électro-aimant, de telle façon que le courant électrique traverse l'hélice en fil métallique de l'électro-aimant, ou cesse de la parcourir, suivant que l'équilibre est alternativement détruit ou rétabli par la rupture successive des fils métalliques des cadres. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire que la résistance des différents fils métalliques soit convenablement proportionnée.

» Pour conclure, j'ajouterai que l'application de mon télégraphe électromagnétique, en vue d'enregistrer à distance le nombre des révolutions d'une machine ou de tous autres mouvements périodiques, a été exécutée par moi, sous des formes très-variées, depuis plusieurs années. Un appareil pour cet objet, enregistrant jusqu'à dix mille, se voit dans le cabinet de Physique de King's-College depuis 1840, et fut montré à M. de Konstantinoff pendant son séjour à Londres. »

OPTIQUE. — *Observations sur l'hypothèse de* M. Forbes, d'Édimbourg, *relative à la vision distincte des objets situés à des distances différentes; par* M. de Haldat.

« M. Forbes a adressé à l'Académie des Sciences, dont il est membre correspondant, une Notice sur l'aptitude de notre œil à s'approprier à la vision

distincte des objets placés à des distances différentes. Dans cette Notice, qui a été communiquée à la séance du 9 septembre 1844, l'auteur explique cette remarquable propriété de l'organe de la vue, par un changement dans la forme du cristallin opéré par l'action des muscles moteurs du globe qui le compriment, transmettent au cristallin l'effet de cette compression par l'intermédiaire des fluides dont il est environné, et opèrent dans sa forme les changements qui l'accommodent à la direction diverse des rayons générateurs de l'image. Les recherches sur cette question, dont j'ai publié les résultats, m'imposent l'obligation de discuter l'hypothèse proposée, parce que si elle devait être acceptée, elle deviendrait la réfutation complète de l'explication que j'ai donnée.

» Le savant étranger faisant dépendre l'*adaptation* de l'œil, je me servirai de cette expression pour éviter les circonlocutions, la faisant, dis-je, dépendre d'un changement dans la forme du cristallin, opéré par l'action musculaire, aurait dû avant tout, ce me semble, prouver exactement l'existence de cette force, et il le devait d'autant plus qu'elle est depuis longtemps rejetée par les physiologistes, d'après la considération de l'impuissance de ces muscles résultant de leur peu d'énergie propre. Cette preuve repose sur leur peu de masse et de volume, sur la disposition peu avantageuse de leurs insertions, et autres raisons très-connues, mais parmi lesquelles une seule suffit pour réfuter toutes les hypothèses fondées sur l'action mécanique des muscles moteurs. Elle repose sur le fait, que si les muscles pouvaient exercer sur le globe oculaire une compression assez énergique pour changer la forme du cristallin, la demi-opacité de la cornée transparente qui en serait l'effet immédiat rendrait la vision distincte absolument impossible. Je ne parlerai pas ici de l'invariabilité dans la forme de la cornée déjà prouvée par le docteur Young, et que j'ai confirmée par des preuves nouvelles, bien qu'elles fournissent un puissant argument contre la force des muscles du globe, et, par conséquent, contre toutes les explications qui reposent sur cette supposition.

» A ces arguments, opposés à l'explication de M. Forbes, j'en ai ajouté de plus directs; c'est en exerçant sur le globe oculaire une compression uniforme et bien plus puissante que celle attribuée aux muscles moteurs, et constatant l'influence de cette compression sur la formation de l'image. L'instrument que j'ai employé pour obtenir ce résultat est très-simple, et peut être facilement expliqué sans l'aide de figures. Il se compose essentiellement d'un tube cylindrique en laiton de $1\frac{1}{2}$ centimètre de diamètre, et de 12 de longueur; il est fermé, à l'une de ses extrémités, par un obturateur à vis, garni de cuirs gras, ayant à son centre une ouverture circulaire de 15 milli-

mètres de diamètre, fermée par une glace épaisse solidement mastiquée. A l'autre extrémité s'adapte un piston en cuir gras percé, dans toute sa longueur, d'une ouverture de 12 millimètres de diamètre fermée par une glace. Ce piston peut être poussé dans l'intérieur du tube par un autre obturateur à vis, et exercer sur le liquide dont on emplit sa capacité, une compression qu'on peut graduer, et dont on mesure l'intensité par le moyen d'un petit manomètre.

» L'ouverture du piston et celle des deux obturateurs permettent l'introduction des rayons lumineux dont on veut reconnaître la marche et apprécier les effets dans la formation de l'image. Pour la produire, on place dans la capacité du tube exactement rempli d'eau, et dans une capsule disposée pour cet usage, un œil de mouton ou de quelque autre quadrupède. Cet œil doit être préparé comme je l'ai prescrit dans les Mémoires que j'ai publiés sur la formation de l'image oculaire, c'est-à-dire qu'il doit être ouvert au centre de son hémisphère postérieur, et pourvu d'un verre de montre légèrement graissé pour suppléer à la rétine qui a été enlevée avec les deux autres membranes. Il doit être placé près de l'obturateur opposé au piston, de manière que les rayons lumineux qui auront traversé cette pièce de l'appareil, parcourent aussi le globe parallèlement à son axe, en entrant par la pupille, et sortant par l'ouverture faite à son hémisphère postérieur pour se peindre sur la rétine artificielle sur laquelle on les observe avec un microscope simple.

» Tous les préparatifs terminés, c'est-à-dire l'appareil compresseur ajusté, le tube rempli d'eau, l'œil de mouton préparé et placé dans la capsule qui le maintient près de l'obturateur opposé au piston, son axe étant parallèle à celui du tube, on dirige l'ouverture du piston vers quelque objet extérieur, distinct par sa forme et sa couleur, et, après avoir reconnu la conformité de l'image peinte sur la rétine artificielle avec l'objet observé, on fait tourner l'obturateur qui, marchant sur sa vis, pousse le piston en dedans du tube et comprime ainsi le liquide dont l'œil, enfermé dans sa capacité, est entouré de toutes parts. Quand on juge que la compression est arrivée au terme désiré, on observe l'image de nouveau pendant que l'on continue à pousser le piston, et l'on examine le manomètre pour juger du degré de compression éprouvé par l'œil. Cette expérience ayant été répétée plusieurs fois, sans qu'aucun changement dans la pureté de l'image ait été sensible, j'ai dû en conclure qu'une compression bien supérieure à celle que pouvaient produire les muscles moteurs du globe ne peut exercer aucune influence sur la forme du cristallin. En effet, pour être composées de couches concentriques iné-

gales en densité et en consistance, les couches sont-elles pour cela inégalement compressibles? et peut-on croire qu'une compression, telle qu'on la suppose, aurait lieu sans altérer l'arrangement des couches de cette lentille, et sans altérer sa pureté, sa transparence? L'expérience est peu favorable à cette supposition. Enfin, qui pourrait assurer qu'après avoir éprouvé la compression supposée, le cristallin pourrait encore reprendre sa forme et sa structure normales? Les expériences faites avec l'œil entier l'ont encore été avec le cristallin isolé, pourvu ou privé de sa capsule hyaloïde, sans que les résultats énoncés aient présenté la moindre différence.

» M. Forbes a cru devoir confirmer son explication dans une seconde Note communiquée à l'Académie des Sciences, le 6 janvier 1845. Il s'est appuyé sur la détermination de la forme du cristallin par M. Chossat, au moyen du mégascope solaire; expérience sur les résultats de laquelle beaucoup de physiciens ont justement basé leurs calculs relatifs à la fonction du cristallin. Ce procédé est, en effet, le seul avec lequel on peut obtenir avec exactitude la moyenne entre les formes diverses des milieux réfringents de l'appareil oculaire. Je dis la moyenne, parce qu'on ne peut la considérer autrement, vu que les formes varient aux diverses époques de la vie dans les divers animaux et même dans les individus d'une même espèce. Il serait, ce me semble, inutile d'opposer de nouveaux arguments à une explication contraire aux résultats de l'expérience, surtout lorsqu'ils viennent de recevoir la sanction de la géométrie par un savant mathématicien, M. Sturm, qui a publié, sur ce sujet, des Mémoires insérés dans les *Comptes rendus* des séances de l'Académie des Sciences, en date des 3 mars, 17 mars et 28 avril 1845, dans lesquels il a prouvé que le cristallin, en vertu de sa forme, peut produire des images distinctes des objets représentés par des rayons de directions diverses.

» Des raisonnements consignés dans cette Note et des faits rassemblés dans les Mémoires que j'ai antérieurement publiés sur la formation de l'image oculaire, ne peut-on pas conclure qu'en accordant aux considérations théoriques de l'optique, à la connaissance de la forme des milieux réfringents du globe oculaire, à la commensuration de ces mêmes milieux, à leur disposition anatomique, etc., toute l'importance que méritent les données de l'optique oculaire, il est peu probable, dis-je, que sans le secours de l'expérience on fût arrivé à la connaissance de la fonction des diverses parties de cet organe. L'impuissance du savoir, et même on peut dire du génie dans les diverses théories, successivement détruites les unes par les autres, ne semble-t-elle pas prouver que sans ce puissant instrument de la philosophie naturelle, nous

ignorerions encore la fonction de la cornée transparente et de l'humeur aqueuse réduites maintenant, et presque absolument, au simple rôle de milieu de transmission des rayons lumineux? Nous ne reconnaîtrions peut-être pas encore le cristallin comme le véritable agent de la formation de l'image, fonction dans laquelle il est seulement secondé par le corps vitreux qui en allonge le foyer et amène sur la rétine le sommet du cône lumineux. »

NOMINATIONS.

M. le Ministre des Travaux publics invite l'Académie, conformément au décret du 25 août 1804, à désigner trois de ses membres pour faire partie du jury chargé de se prononcer sur le mérite des pièces de concours produites par les élèves de l'École royale des Ponts et Chaussées.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à la nomination de ces trois Commissaires. MM. *Liouville*, *Poncelet* et *Dufrénoy* réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, également par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission pour la révision des comptes de l'année 1844. Cette Commission doit se composer de deux membres qui peuvent être réélus.

MM. *Poncelet* et *Thenard*, membres sortants, obtiennent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur les chaleurs dégagées pendant les combinaisons chimiques; combustion du charbon; par* MM. Favre *et* Silbermann. (Deuxième Mémoire.)

(Commission précédemment nommée.)

« Il y a plus d'un an, nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie notre premier Mémoire contenant nos recherches sur la chaleur développée pendant la combustion de l'hydrogène. Des circonstances indépendantes de notre volonté nous ont empêché durant longtemps de poursuivre nos travaux; mais rien, nous l'espérons, ne nous arrêtera plus dans leur continuation, et nous pouvons promettre à l'Académie d'y apporter autant de soins qu'elle apporte de bienveillance pour les juger.

» Le nombre exprimant la quantité de chaleur dégagée pendant la com-

bustion de l'hydrogène était si rapproché de celui de Dulong, l'habileté de ce physicien nous était si bien connue, que cette véritable concordance devait nous faire croire qu'il en serait souvent ainsi. Nos recherches sur le charbon donnent partout un résultat bien différent du sien.

» C'est à cette occasion que nous avons pu nous louer d'avoir, contrairement à tous ceux qui ont expérimenté avant nous sur cette question, pesé les corps brûlés et non les corps à brûler.

» Le dessin de notre appareil, fait avec grand soin, nous dispensera de le décrire dans la simple Note que nous présentons aujourd'hui à l'Académie.

» Le charbon de bois calciné fortement, traité par le chlore dans un tube chauffé, calciné de nouveau et analysé, est placé à travers la fenêtre que la vitre avec son châssis ferme hermétiquement dans le panier de platine; il est en petits fragments, son poids est noté; l'appareil mis en place, les diverses pièces mises en communication par des tuyaux de caoutchouc, nous nous assurons qu'il tient parfaitement la pression.

» Pour allumer notre charbon, notre dard est porteur d'une petite pince en platine portant un crayon du même charbon, du poids de 3 à 4 centigrammes; la pointe est allumée et plongée dans l'appareil plein d'oxygène qui ne circule plus; le dard forcé dans sa gaîne et fermant bien l'appareil, nous rétablissons la circulation, échauffons notre masse d'eau de 7 ou 8 degrés, fermons le robinet à oxygène pour éteindre, et ne le rouvrons qu'à la fin de l'opération, pour entraîner tous les produits brûlés dans les appareils où ils doivent être pesés.

» L'augmentation de poids des premiers appareils à potasse fait connaître le poids du charbon brûlé complétement; celle des seconds appareils fait connaître le poids du charbon qui n'est brûlé qu'incomplétement : du reste, la somme de ces deux charbons doit égaler le poids du charbon mis dans le panier, diminué du charbon retrouvé dans son intérieur. Ce contrôle nous a été très-utile, car, au début de nos expériences, une différence notable entre ces deux poids nous a fait croire à la formation probable de l'oxyde de carbone parfaitement démontrée par l'addition que nous fîmes alors de notre appareil pour le brûler et le peser. Du reste, avant nous, M. Dumas avait déjà remarqué la formation de ce produit durant la combustion du charbon dans un excès d'oxygène.

» La formation de l'oxyde de carbone devait rendre nos nombres discordants, car il se forme dans des rapports capricieux; mais, pouvant le doser avec certitude, nous avions tous les éléments pour rétablir la concordance qui doit exister pour prouver la valeur d'une méthode. Mais, pour faire la cor-

rection, nous avons dû rechercher la chaleur dégagée par la combustion de l'oxyde de carbone.

» Ce gaz seul ne peut pas brûler; nous l'avons essayé vainement, et, comme Dulong, nous l'avons fait brûler mélangé au gaz hydrogène; pour cela, dans un gazomètre pareil au gazomètre à oxygène, nous avons introduit à peu près les deux tiers d'oxyde de carbone et un tiers d'hydrogène; l'oxyde de carbone était introduit le dernier, et par son poids supérieur à celui de l'hydrogène, il s'y mêlait dès son arrivée. On attendait, pour opérer, vingt-quatre heures de séjour dans le gazomètre; l'opération était la même, quant à l'allumage, que pour l'hydrogène; le reste des appareils, ceux employés pour la combustion du charbon, se composait : du flacon laveur, où la marche du dégagement du mélange était indiquée, du flacon à trois tubulures, d'où partaient deux tubes à dégagement, l'un conduisant les gaz à l'appareil à combustion, l'autre les conduisant à un tube à analyse préalablement chauffé au rouge dans un courant d'oxygène et auquel nous adaptions un tube à eau et des appareils à potasse, de telle sorte que, pendant la combustion, le mélange gazeux était rigoureusement analysé.

Nombres exprimant les calories données par la combustion de l'oxyde de carbone :

1°..........	2388,8
2°..........	2416,6
Moyenne...	2402,7

Nombres exprimant les calories données par la combustion complète du charbon :

	Sans correction.	Avec correction.
1°........	7775	8085,0
2°........	7868	8043,7
3°........	7855	8122,8
4°........	7861	8086,4
5°........	7809	8092,2
Moyenne...	7833	8086,2

Nombre exprimant les calories données par la combustion du charbon donnant de l'oxyde de carbone :

2480,62

» Nous donnons ces résultats sans les interpréter; nous espérons pouvoir le faire dans un prochain Mémoire, car ces résultats nous paraissent remarquables à un point de vue qu'il serait peut-être téméraire d'énoncer actuellement.

» Pendant que nous continuons l'étude des combustions nécessaires pour appuyer cette interprétation, nous faisons construire un appareil qui pourra, durant la combustion du charbon, nous donner une forte proportion d'oxyde de carbone; une série d'expériences de ce genre donnera directement les calories fournies par la combustion du charbon ne donnant que de l'oxyde de carbone, ce que nous ne pouvons faire en interprétant des différences trop faibles qui sont les seules que nous ayons eues jusqu'à présent, et servira à corroborer la confiance que nous avons en nos résultats actuels. Cet appareil nous servira aussi pour brûler des charbons qui s'allument et brûlent difficilement, tels que le graphyte (1). »

GÉOGRAPHIE. — *Aperçu sur la côte nord de l'Australie et sur la côte sud de la Nouvelle-Guinée; description de leurs habitants; par* M. Hombron. (Extrait par l'auteur.)

« L'archipel Indien, considéré géologiquement, s'étend de l'île Formose à la Tasmanie, en passant, du côté de l'est, par les Philippines, les Moluques, la Nouvelle-Guinée, les îles Salomon, les îles Hébrides, la Nouvelle-Zélande et les îles Macquarie.

» Du côté de l'ouest, les seules îles de la Sonde et les hauts fonds qui se prolongent de ce point vers la Nouvelle-Hollande, circonscrivent seuls ce plateau, dont Bornéo et l'Australie occupent le centre. Ces deux grandes îles, les moins volcaniques de toutes celles que nous venons de citer, offrent des montagnes granitiques et peuvent être considérées comme des centres de soulèvement entourés de volcans d'éruption. Le nombre de cette espèce de volcans peut donner une idée de l'effort prodigieux qui présida au soulèvement de toutes ces terres, effort qui perdit une partie de sa violence à partir du jour où les vapeurs; les gaz, et peut-être l'électricité purent s'échapper du sein de la terre, à travers les fissures qu'ils s'étaient pratiquées au milieu du granite et des produits des volcans anciens.

» Bornéo, placé au centre d'un cercle volcanique, vit sa base granitique soulevée en chaîne de montagnes nombreuses et élevées; l'Australie, envi-

---

(1) Il est important de ne pas brûler tout le charbon, car la dernière portion brûle très-vivement, avec un vif scintillement, et s'il existe dans l'appareil un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, il peut s'allumer et produire une détonation qui, du reste, n'est jamais très-forte, mais cependant assez pour faire sauter la vitre et son châssis; c'est ce qui nous est arrivé une fois.

ronnée d'une chaîne de volcans, seulement du côté du nord et de l'est, paraît avoir reçu une impulsion moins forte de cette puissance, qui s'épuisa en s'échappant à travers les crevasses volcaniques de l'Archipel.

» Cette grande île peut donc être considérée comme une terre imparfaitement en rapport avec les phénomènes fécondants de l'atmosphère. Elle semble être destinée à nous donner une idée de cet âge de notre globe où les continents, sortis peu à peu du sein des eaux, n'étaient encore habités que par un petit nombre de mammifères.

» Les montagnes en sont trop peu élevées pour l'étendue du pays qu'elles dominent. De là l'imparfaite répartition des eaux à la surface du pays: beaucoup de rivières et de ruisseaux se perdent sous les sables où ils s'enfouissent; les montagnes Bleues répandent la fécondité dans un espace très-limité, et seulement sur le bord des grands cours d'eau qui en descendent. Les vents de toutes les directions en parcourent les vastes plaines; ils y acquièrent une violence extrême, s'entrechoquent et exposent le pays aux ravages des trombes.

» Partout, si ce n'est dans le bassin qui se développe du côté de l'est au pied des montagnes Bleues, l'humus est peu épais, et les racines des plantes pénètrent dans le sable, le grès et la glaise. Nul doute que cette constitution géologique et météorologique ne soit la cause des productions peu variées, et de l'uniformité des types organisés qui naissent et vivent sur cette terre.

» A l'aspect de cette végétation, qui est partout la même, quelles que soient les latitudes où on l'observe, on peut juger de l'égalité de ses climats, nulle part modifiée par l'inégalité du sol et par la présence des fleuves, des lacs et des ruisseaux. Au sud, l'isolement de la Nouvelle-Hollande ne la rend point susceptible de froids rigoureux. Ses deux portions extrêmes reçoivent en été, du soleil, une égale chaleur; on conçoit donc qu'aussi peu de différence entre les saisons entraîne l'égalité parfaite dans les productions végétales.

» M. Gaudichaud a constaté cette ressemblance des végétaux de la Nouvelle-Hollande sur des points très-éloignés les uns des autres, à la baie des Chiens-Marins et au port Jackson; il a retrouvé une végétation parfaitement identique dans les montagnes Bleues elles-mêmes, ce qu'il faut expliquer par leur peu d'élévation.

» Il était permis de croire que la côte nord de l'Australie présenterait cependant une exception, et que la végétation des terres de Van-Diémen, d'Arnheim et de Carpentarie aurait quelque analogie avec celle de la Nou-

velle-Guinée; la proximité des deux pays, le rapprochement des latitudes rendait cette supposition plausible (1). Il n'en est rien. Il faut donc supposer que le terrain a une influence plus grande encore que celle de l'atmosphère; mais c'est moins la nature du sol lui-même, que ses accidents, qui contribuent à la variété de la végétation. Si des montagnes élevées dominaient la côte nord de l'Australie, nul doute que ces forêts nous présentassent la transition de la végétation australienne proprement dite, à la végétation de la Nouvelle-Guinée. Les montagnes multiplient les espèces en multipliant les expositions, et elles fécondent en raison directe des masses de nuages qu'elles condensent.

» La Nouvelle-Guinée est le pays du monde où les montagnes se présentent en plus grand nombre; elles sont toutes d'une élévation considérable; elles s'élèvent à pic au-dessus de l'Océan, et vont en s'élevant sans cesse des falaises du rivage au centre du pays. La végétation y est brillante et douée d'une activité sans égale; sur les moindres fentes de rochers dégradés par le temps, sur des surfaces presque perpendiculaires s'élèvent des arbres énormes, comme le font en Europe les Fougères sur les murs. De grands cours d'eau serpentent au milieu de ces chaînes pressées les unes contre les autres; ils débouchent à la plage au milieu de grandes baies formant, comme celle du Triton, de belles rades parfaitement défendues contre l'agitation des flots. La végétation qui entoure ces baies est celle des Moluques et des îles de la Sonde; mais nul doute que, dans les montagnes de l'intérieur, on ne trouve des productions végétales propres à cette grande terre; cette supposition est non-seulement basée sur le simple raisonnement, mais elle l'est aussi sur l'analogie, car l'on sait ce que l'intérieur de Bornéo renferme de richesses nouvelles, quoique les botanistes n'aient encore pu se les procurer.

» Tous les jours la pluie arrose la Nouvelle-Guinée; il pleut surtout pendant la nuit; sa position géographique lui rend, sous ce rapport, toutes les saisons également favorables, et la saison sèche y est infiniment moins marquée que dans les îles de la Sonde. Les vents d'est lui amènent les vapeurs du grand Océan, que ces innombrables montagnes fixent et condensent au détriment des autres îles de l'Archipel. Les vents humides de l'ouest lui abandonnent la plus grande partie des énormes nuages, qu'ils poussent devant

---

(1) Les arbres ou arbustes les plus communs sont : l'*Eucalyptus hœmastomma, piperita, resinifera, capitellata;* les *Acacia alata* et *sulcata;* les *Melaleuca leucadendron* et *viridiflora;* le *Leptospermum trinerve;* le *Melaleuca linifolia;* les *Mimosa sophora, nigricans;* des *Banksia;* quelques *Casuarina,* etc.

eux. Les orages sont on ne peut plus fréquents dans ce pays, ce qu'il faut attribuer à la rencontre des vents généraux, qui s'étendent de l'équateur vers le 5e degré sud, avec les vents régnants de la mousson; rencontre qui s'opère sur une ligne qui traverse, de l'est à l'ouest, la totalité de la Nouvelle-Guinée, par sa partie moyenne.

» La baie Triton est destinée à devenir un des plus beaux ports du monde civilisé; elle est entourée de pitons élevés qui lui donnent un aspect sévère. Le basalte, le grès, composent toutes ces montagnes; quelques îlots, qui ajoutent à l'effet pittoresque du paysage, sont formés de calcaires coralifères qui nous ont présenté, comme à Wama (une des îles Arrou), un exemple parfait du mode de construction des lithophytes. Ici comme dans tout le reste de l'intérieur de l'archipel Indien, ces animaux ont cessé d'exister; à mesure que l'Archipel s'est encaissé, que ses eaux sont devenues plus vaseuses, les lithophytes l'ont abandonné, et aujourd'hui ils n'existent plus que sur les points de la circonférence de l'Archipel qui sont battus par les eaux vives et pures de l'Océan, ou dans les pertuis qui servent de communication entre différents bassins d'une grande étendue, et où le mouvement des marais entretient de continuels courants. Tels seraient les divers détroits de la chaussée de Sanguis entre Mindanao et Célèbes, ceux de la chaussée des îles Solo, entre la première de ces îles et Bornéo.

» La baie Triton est entourée de bois de construction (1); ce lieu était bien choisi pour coloniser: il fallait seulement que les Hollandais, qui l'ont aujourd'hui abandonnée, s'établissent sur un plateau élevé et bien aéré, et ne conservassent aux bords de la rade qu'un point de débarquement. Il serait à désirer que d'autres tentatives s'y fissent avec des vues plus étendues et avec la résolution d'une action plus prompte.

» Jetons un coup d'œil sur les habitants de ces deux pays. L'Australien du nord est parfaitement ressemblant à ceux que Forster, Péron, Lesson, d'Urville, Quoy et Gaimard ont observés sur la circonférence de ce pays; son insensibilité matérielle est en rapport avec l'impassibilité de son intelligence; aussi, au milieu des matériaux propres à construire des habitations ou des pirogues, ne fait-il rien pour améliorer son sort; ils errent dans les bois et sur la plage, et tout ce qu'ils rencontrent leur sert indifféremment de nourriture. Leur chevelure retombe en longues mèches tournées en tire-bouchons, et leur fait une grosse tête disproportionnée avec la maigreur de leur ensem-

---

(1) *Pterocarpus indicus, marsupium, flavus, santalinus; Tectonia grandis.* Sur les montagnes voisines : *Canarium commune, balsamiferum, hirsutum, microcarpum.*

ble ; ils se barbouillent de chaux, et tracent sur leur peau des lignes qui semblent être le résultat irréfléchi du jeu d'un enfant. Le *nec plus ultrà* de leur pittoresque consiste à se donner l'apparence d'un squelette en passant une traînée de blanc sur le trajet de chacun de leurs os. Leur ventre est flasque et pendant ; leurs grands yeux sont injectés et ont le regard de la brute ; leurs grosses pommettes, leur front fuyant, la saillie de leur énorme maxillaire supérieure, leurs moustaches et leur barbe crépue, l'énorme ouverture de leur bouche, les rides épaisses qui sillonnent leur face, tout cela forme un mélange de brutalité et d'expression humaine qui a quelque chose de repoussant et de monstrueux.

» Les habitants que nous avons observés sur les bords de la baie Triton sont des métis issus de Malais et de Papous. Leur taille rappelle celle des Malais, aussi dépasse-t-elle de beaucoup celle des Papous. Leur peau noire reflète une teinte de cuivre assez vive, de sorte qu'il serait difficile de dire quelle est de ces deux couleurs celle qui l'emporte sur l'autre. Ils sont bien faits, et sont plus vigoureux que leurs parents; les traits de leur figure ne sont point aussi délicats que ceux des Papous, dont le visage a des formes assez déliées et présente un ensemble agréable, mais ils en ont conservé le jeu de physionomie. Leur alliance avec les Malais se reconnaît à la vivacité du regard; en effet, tout en ayant les grands yeux des Papous, ils n'en ont point l'expression mélancolique.

» Ces métis diffèrent de ceux que MM. d'Urville, Quoy et Gaimard observèrent à Waigiou; les habitants de la baie Triton l'emportent beaucoup en beauté sur les hommes décrits par ces célèbres voyageurs.

» Les métis de Waigiou résultent du croisement des Malais des Moluques avec les Papous. Or les habitants des Moluques sont les moins beaux des Malaisiens : leur peau brune, leurs traits ordinairement très-grossiers, trahissent leurs fréquents mélanges avec les anciens aborigènes de cette partie du globe, les *Alfaquis*, lesquels vivent encore sur une chaîne que l'on peut considérer comme non interrompue depuis les montagnes des îles Philippines jusqu'à Van-Diémen, en oubliant un moment que la division géologique lie la Nouvelle-Zélande au plateau asiatique.

» La position géographique des habitants de la baie Triton les met, au contraire, en rapport avec des Malaisiens infiniment plus beaux : ce sont les indigènes de Célèbes, des îles de la Sonde, et, en particulier, de Bali et de Timor. Ces rapprochements et d'autres analogues, qui ne peuvent être faits que sur les lieux, sont les seuls points de départ pour débrouiller la confusion des espèces et des races qui peuplent aujourd'hui la Malaisie et la Polynésie.

» Les habitants de la baie Triton sont aux Malaisiens ce que sont les Vitiens aux Polynésiens. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur les chemins de fer établis selon le système atmosphérique; par* M. Sagey, ingénieur des Mines à Tours.

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

L'auteur, en se basant sur l'étude des principes relatifs au mouvement des gaz qu'il rappelle et développe dans la seconde partie de son Mémoire, cherche à calculer la quantité de travail dépensé pendant la marche d'un convoi sur un chemin de fer atmosphérique. Il applique ensuite les formules auxquelles il est parvenu à des observations faites sur le chemin de Dalkey, par M. Stephenson, en remarquant toutefois que ce tronçon de chemin est trop court pour que les résultats qui s'y rattachent puissent être considérés comme décisifs pour ou contre le système atmosphérique.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur un chemin de fer atmosphérique à air comprimé; par* M. Alexandre.

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

M. Stouvenel adresse une addition à sa Note sur la *transmission, à une grande distance, de la puissance hydraulique, au moyen de l'air comprimé.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. Gillet et Saintard soumettent au jugement de l'Académie un nouveau système de signaux pour la télégraphie électrique. Chaque signal, dans ce système, consisterait en un certain nombre de coups frappés par un appareil que la transmission du courant électrique mettrait en jeu. L'intervalle de temps pouvant varier entre deux coups consécutifs, comme entre deux notes musicales, chaque nombre, suivant qu'il représenterait ce que les auteurs nomment une ronde, une blanche, une noire, une croche, etc., correspondrait à autant de signes différents. On pourrait, par suite, transcrire une dépêche comme on écrit une phrase musicale, et très-rapidement, en traçant d'avance des portées dont le nombre de lignes serait égal au plus grand nombre de coups qu'on pourrait frapper pour un seul signe.

(Renvoi à la Commission des télégraphes électriques.)

M. Chavagneux adresse un Mémoire ayant pour titre: *Des ondes lumineuses en général, et de l'anneau de Saturne en particulier.*

L'auteur demande que ce travail soit renvoyé à l'examen de la Commission chargée de décerner le prix d'Astronomie de la fondation Lalande.

CORRESPONDANCE.

M. Lestiboudois, nommé récemment à une place de correspondant pour la section de Botanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

PHYSIQUE. — *Lettre sur l'application d'une nouvelle formule empirique aux tensions des vapeurs; par* M. Émile Barry.

« M. Regnault, pour représenter ses expériences sur les forces élastiques de la vapeur aqueuse, a adopté la formule suivante, imaginée par M. Biot:

$$\text{(E)} \qquad \log y = a + b\alpha^t + c\beta^t;$$

y désigne l'élasticité de la vapeur à la température t; a, b, c, α et β sont des constantes que l'on détermine à l'aide de cinq couples d'observations (1). Ce physicien avait d'abord essayé la formule de M. Roche, qui ne satisfaisait qu'assez bien à ses observations, et dont M. Magnus s'est contenté pour exprimer les siennes (2). Pour que la formule de M. Roche, appliquée aux tensions des vapeurs, embrasse un intervalle un peu grand de température, il me paraît nécessaire d'augmenter cette expression d'un terme, et c'est la formule ainsi modifiée que je propose de substituer à celle de M. Biot, comme plus simple et tout aussi exacte. Cette nouvelle formule peut s'écrire ainsi :

$$\text{(H)} \qquad \log y = \log 760 - \frac{ax + bx^2}{c - x};$$

y est l'élasticité de la vapeur estimée en millimètres de mercure à 0 degré, x est la température comptée en degrés centésimaux, positivement au-dessous de ce point et négativement au-dessus; a, b, c sont des constantes que l'on calcule au moyen de trois couples d'observations. Voici les trois couples

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XI, p. 325.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XII, p. 87.

que j'emprunte aux expériences de M. Regnault :

$$\begin{cases} x = 25 \\ y = 288{,}50, \end{cases} \quad \begin{cases} x = 50 \\ y = 91{,}98, \end{cases} \quad \begin{cases} x = 75 \\ y = 23{,}55. \end{cases}$$

Je n'ai pas voulu faire usage du couple $[x = 100,\ y = 4{,}60]$, parce que les nombreuses déterminations que M. Regnault a faites de la tension de la vapeur aqueuse à 0 degré n'ont pas été, dit-il, aussi concordantes qu'il l'aurait désiré. Les nombres qu'il a obtenus sont compris entre $4^{mm},52$ et $4^{mm},68$. Avec les données précédentes, j'ai trouvé

$$a = 5{,}694866, \quad b = 9{,}00239202, \quad c = 366{,}996.$$

» Pour légitimer l'emploi de cette formule, il suffit de constater que ses indications sont fort peu différentes de celles de la formule de M. Regnault, puisqu'il est déjà reconnu que cette dernière représente fidèlement l'ensemble des observations. Après cette vérification numérique, dont les résultats m'ont paru satisfaisants, l'idée m'est venue de reprendre la formule

$$\text{(P)} \qquad \log y = \log 760 - ax - bx^2 - cx^3,$$

appliquée autrefois par M. Biot aux expériences de Dalton sur les tensions de la vapeur aqueuse entre 0 et 100 degrés. Afin de rendre cette formule comparable aux deux autres, j'ai calculé les coefficients a, b, c, à l'aide des trois couples cités plus haut, et en cela j'imitais M. Biot (1) qui, pour la même détermination, était parti aussi des températures de 75, 50 et 25 degrés. J'ai trouvé ainsi

$$a = 0{,}01557056, \quad b = 0{,}00004505528, \quad c = 0{,}000000207632.$$

» Le tableau suivant permettra de comparer les deux formules précédentes avec celles de M. Regnault :

---

(1) *Traité général de Physique*, t. I, p. 273; Paris, 1816.

TEMPÉRATURES.	TENSIONS d'après M. Regnault.	TENSIONS d'après la formule (H).	TENSIONS d'après la formule (P).
— 32°	mm 0,310	mm 0,3196	mm 0,3655
— 16	1,180	1,320	1,394
— 1	4,224	4,234	4,312
0	4,600	4,553	4,630
12	10,457	10,427	10,476
25	23,550	23,550	23,550
37	46,691	46,707	46,6795
50	91,982	91,980	91,980
62	163,170	163,133	163,185
75	288,517	288,500	288,500
87	468,221	468,313	468,086
99	733,305	733,242	733,158
100	760,000	760,000	760,000

» On voit qu'entre 0 et 100 degrés les différences entre les tensions calculées par les trois formules sont très-petites, et du même ordre que les erreurs d'observation ; en sorte qu'à égalité d'exactitude, le mode d'interpolation le plus simple mérite la préférence.

» Entre 0 et — 32 degrés, M. Regnault a dû renoncer aux coefficients de sa formule (E), parce qu'ils donnaient des tensions trop fortes, et il en a calculé une autre du même genre à trois constantes, en s'appuyant sur les tensions observées à 0 degré, à — 16 et à — 32 degrés. J'ai cru devoir faire usage des mêmes formules (H) et (P), entre 0 et — 32 degrés qu'entre 0 et 100 degrés, afin de reconnaître jusqu'à quel point pouvait s'étendre l'emploi de chacune de ces expressions au delà des limites de température qui ont servi à déterminer ses constantes. Le résultat de cette épreuve est favorable à l'expression (H), qui indique peut-être des tensions un peu trop grandes au-dessous de 0 degré, mais qui alors se rapproche plus de l'expérience que la formule (P) et surtout que la formule (E) calculée entre 0 et 100 degrés.

» Je conclus de là : 1° que l'on s'est trop hâté de rejeter l'ancienne formule de M. Biot pour adopter sa nouvelle, dont la complication n'est pas rachetée par un surcroît d'exactitude ; 2° que la formule de M. Roche augmentée d'un

terme en x^2 pourrait être substituée aux deux premières avec quelque avantage.

» J'ai ensuite appliqué la formule (H) aux tensions de la vapeur aqueuse observées par MM. Arago et Dulong entre 100 et 224 degrés, et je l'ai comparée avec celle qu'ont adoptée ces deux physiciens. Cette dernière, remarquable par sa simplicité, est

$$(b) \qquad y = (1 + 0{,}007153x)^5;$$

y désigne l'élasticité de la vapeur en atmosphères de 760 millimètres, et x la température comptée à partir du centième degré, positivement au-dessus de ce point et négativement au-dessous. Avec les mêmes notations notre formule deviendrait

$$(h) \qquad \log y = \frac{ax - bx^2}{c + x}.$$

Pour calculer a, b, c, je suis parti des trois systèmes de coordonnées

$$\begin{cases} x = 124{,}15 \\ y = \ \ 23{,}934, \end{cases} \qquad \begin{cases} x = 107 \\ y = \ \ 17{,}219, \end{cases} \qquad \begin{cases} x = 33{,}3 \\ y = \ \ 2{,}8705. \end{cases}$$

Le premier de ces couples et le troisième ont été observés; j'ai déduit le second de deux couples fournis par deux observations très-rapprochées l'une de l'autre, savoir :

$$\begin{cases} x = 107{,}4 \\ y = \ \ 17{,}285, \end{cases} \qquad \begin{cases} x = 106{,}8 \\ y = \ \ 17{,}185. \end{cases}$$

Je me suis servi pour cela d'une formule de M. Roche

$$y = \frac{a'x}{c' + x},$$

dont j'ai déterminé les constantes a' et c' au moyen de ces deux systèmes de valeurs. J'ai trouvé ainsi

$$a = 8{,}4144436, \qquad b = 0{,}00626304, \qquad c = 563{,}384.$$

» La formule (h) a l'inconvénient d'exiger la résolution d'une équation du second degré lorsque l'on connaît l'élasticité de la vapeur et que l'on veut en déduire la température correspondante. C'est pourquoi j'ai recouru à une autre

modification de la formule de M. Roche. Faisant, pour abréger, $\log y = z$, j'ai posé

$$(h') \qquad x = \frac{Cz - Bz^2}{A - z},$$

les trois couples cités plus haut m'ont donné

$$C = 264{,}0876, \qquad B = 24{,}67861, \qquad A = 3{,}934390.$$

» Le tableau qui suit offre les résultats de la comparaison des formules (b), (h) et (h') avec les observations; on y lit au bas des trois dernières colonnes l'écart *maximum* de chaque formule et son écart *moyen*, c'est-à-dire la somme arithmétique de ses écarts divisée par leur nombre.

TENSIONS de la vapeur.	TEMPÉRATURES observées.	TEMPÉRATURES d'après (b).	TEMPÉRATURES d'après (h).	TEMPÉRATURES d'après (h').
atmos. 2,1436	° 123,7	° 123,03	° 123,51	° 123,52
2,8705	133,3	132,82	133,30	133,30
4,5735	149,7	149,68	149,99	149,97
6,4977	163,4	163,46	163,57	163,54
7,3755	168,5	168,68	168,70	168,67
11,632	188,5	188,57	188,35	188,33
17,185	206,8	207,11	206,89	206,90
17,285	207,4	207,40	207,18	207,19
18,504	210,5	210,79	210,62	210,62
21,555	218,4	218,56	218,53	218,53
23,934	224,15	224,02	224,15	224,15
Écart maximum.............		— 0,67	+ 0,29	+ 0,27
Écart moyen...............		0,22	0,14	0,14

» Ce tableau montre que les indications des formules (h) et (h') sont presque identiques; (h) et (h') s'accordent un peu mieux que (b) avec l'ensemble des observations. Toutefois elles n'ont cet avantage que depuis 100 jusqu'à 140 degrés environ. On sait d'ailleurs qu'entre 100 et 140 degrés, MM. Arago et Dulong ne se sont pas servis de la formule (b) pour construire leur précieuse Table des élasticités de la vapeur, et que dans cet intervalle

de température ils ont remplacé (b) par une autre formule, celle de Tredgold (1). Ces physiciens ont donc été les premiers à restreindre l'emploi de leur formule, et ce n'est que par cette limitation qu'elle le cède aux formules (h) et (h'), dont l'usage peut être étendu plus loin par une détermination convenable de leurs coefficients.

» Les formules logarithmiques, telles que (h) et (h'), seraient susceptibles de plusieurs autres applications; car des phénomènes très-dissemblables peuvent être soumis à la même loi de continuité ou à des lois peu différentes. Je citerai seulement le passage de la chaleur rayonnante à travers des lames solides ou liquides dont on fait varier l'épaisseur. Soit l'équation

$$\log y = \log Y - \frac{ax + bx^2}{C + x},$$

où je désigne par y la quantité de chaleur transmise à une épaisseur variable x, cette épaisseur pouvant être comptée à partir de zéro ou d'une épaisseur donnée; Y est évidemment la quantité de chaleur qui répond à $x = 0$. J'ai traduit en nombres cette formule pour la chaleur qui rayonne d'une lampe de Locatelli, et qui traverse des lames de verre, de cristal de roche limpide, d'huile de colza ou d'eau distillée, et j'ai constaté que la formule reproduit fidèlement ces quatre séries d'expériences faites par M. Melloni, et consignées dans le Rapport de M. Biot (2). Cette interpolation est moins pénible que celle qui consiste à décomposer le flux total de chaleur en trois flux partiels, le premier à extinction rapide, le second à extinction moyenne, et le troisième à extinction lente. Le savant auteur du Rapport représente chacun de ces trois flux par une intégrale définie, et, en ajoutant ces trois intégrales pour chaque épaisseur connue, il obtient la quantité de chaleur qui l'a traversée. L'idée de cette décomposition est ingénieuse; mais, si l'on peut caractériser par une seule équation la courbe qui a pour abscisses les épaisseurs et pour ordonnées les quantités de chaleur transmise, cela vaut mieux que de construire chacune de ses ordonnées avec trois parties réunies bout à bout. Par la formule que je propose, on évite cette complication, et, en outre, on a seulement quatre constantes à déterminer, tandis qu'il en faut six pour calculer les trois intégrales. »

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XLIII. Janvier 1830.

(2) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XIV, p. 433.

CHIMIE. — *Théorie de la formation et de la constitution des produits pyrogénés; par* M. G. CHANCEL.

« Les considérations qui font le sujet de ce Mémoire (1) se rapportent principalement aux *Acétones*, à cette série de combinaisons qui prennent toujours naissance dans la distillation sèche des acides monobasiques analogues à l'acide acétique. Les composés de cette classe, sans contredit l'une des plus intéressantes de celles de la chimie des produits pyrogénés, n'ont été jusqu'à présent, malgré la netteté des réactions qui les engendrent, liés à aucun principe rationnel qui puisse donner une idée de leur constitution : en abordant ce sujet, je ne me trouve donc en opposition avec aucune théorie déjà existante.

» M. Kane, à la vérité, en assimilant l'acétone aux alcools, a émis des vues théoriques sur la constitution de ce composé, mais cette théorie n'a pas un seul fait à son appui et se trouve même en contradiction avec les caractères fondamentaux des acétones et des alcools; je m'abstiendrai d'ailleurs de la discuter, M. Liebig ayant eu déjà occasion de la combattre (2).

» Ce n'est pas sans une certaine hésitation que j'ai osé toucher à une question aussi délicate; mais les relations que j'ai observées en comparant les acétones entre elles et aux produits qui leur ont donné naissance, me paraissent si simples et conduisent à des résultats si précis, que j'ai cru devoir dès à présent les soumettre au jugement de l'Académie.

» Dans ce travail, je n'aurai à examiner que les produits pyrogénés qui dérivent des acides monobasiques analogues, par leur composition, à l'acide acétique (dans lesquels on observe entre le nombre des équivalents de carbone et d'hydrogène le rapport constant :: 1 : 1). Chacun de ces acides donne lieu à deux réactions bien distinctes suivant le mode de distillation sèche dont on fait usage; dans l'une il y a formation d'un hydrocarbure, dans l'autre on obtient une combinaison oxygénée. Je vais chercher successivement à déter-

---

(1) Dans le travail que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, j'ai rassemblé un grand nombre de faits bien établis, je les ai rapprochés et soumis à la discussion. Cette étude m'a conduit à des règles générales à l'aide desquelles on pourra formuler tous ces faits. Toutefois, dans le but d'apporter à cette théorie des preuves nouvelles, j'ai entrepris une série d'expériences sur plusieurs questions qu'elle m'a suggérées; c'est ainsi que j'ai été conduit à étudier la *métacétone* et les produits de la décomposition de l'*acide formique* : le résultat de ces recherches sera consigné dans un prochain Mémoire.

(2) J. LIEBIG, *Traité de Chimie organique*, tome I, page 460.

miner le caractère de la distillation sèche dans les deux cas qui viennent d'être signalés.

» Afin d'éviter les périphrases et de mettre plus de clarté dans cet exposé, il sera nécessaire de poser une définition purement conventionnelle et indépendante de toute idée systématique. Tous les acides que nous aurons à examiner appartiennent à autant de séries parallèles dont la première est la *série méthylique* (acide formique), et la dernière la *série stéarique* (acide stéarique). Chacune de ces séries peut présenter deux *hydrocarbures* : le premier a toujours une forme analogue à celle du gaz oléfiant (C^4H^4), c'est-à-dire que les équivalents de carbone et d'hydrogène sont entre eux dans le rapport simple de 1 : 1 ; je les désignerai collectivement sous le nom d'*hydrocarbures simples*. Les seconds sont analogues au gaz des marais, ils renferment constamment 2 équivalents d'hydrogène de plus que les hydrocarbures simples : ce seront les *hydrocarbures hydrides* (1). L'hydrocarbure hydride d'une série renferme donc 2 équivalents d'hydrogène de plus que l'hydrocarbure simple de la même série.

» L'acide acétique monohydraté, ou, ce qui revient au même, l'acétate de soude cristallisé, chauffé en présence d'un grand excès de baryte, perd tout son oxygène à l'état d'acide carbonique et donne naissance au gaz des marais qui appartient à la série méthylique. Les acides métacétique, butyrique, valérique, etc., stéarique, subiraient, dans les mêmes circonstances, une décomposition analogue, et l'on obtiendrait ainsi une série d'hydrocarbures présentant tous une forme semblable à celle du gaz des marais; on a, en effet :

Ac. acétique.... $(C^4H^4 + O^4) - C^2O^4 = C^2H^2 + H^2$ hydrure de méthylène (gaz des marais).
Ac. métacétique. $(C^6H^6 + O^4) - C^2O^4 = C^4H^4 + H^2$ hydrure d'éthérène (éthyle de Loewig).
Ac. butyrique... $(C^8H^8 + O^4) - C^2O^4 = C^6H^6 + H^2$ hydrure de métacétène.
Ac. valérique... $(C^{10}H^{10} + O^4) - C^2O^4 = C^8H^8 + H^2$ hydrure de butyrène.
....
....

» Pour donner à ces faits une interprétation générale, représentons par Δ le plus simple des hydrocarbures $= C^2H^2$; la formule générale des acides

(1) Dans la classification de M. Laurent, les hydrocarbures simples ne sont autre chose que les *éthénides* ou *noyaux fondamentaux* de ces séries; les hydrocarbures hydrides sont les *protogénides hydrides*.

monobasiques analogues à l'acide acétique sera

$$\Delta^n + O^4.$$

Un acide de cette forme, en perdant tout son oxygène à l'état d'acide carbonique, engendrera toujours, comme nous venons de le voir, un hydrocarbure dont la composition s'exprimera par

$$\Delta^{n-1} + H^2.$$

» Ainsi, dans une distillation sèche de cette nature, il y a *passage complet* de la série à laquelle appartient cet acide, à la série immédiatement antérieure. Cette formule générale nous apprend en outre que :

» *Pour obtenir un hydrocarbure hydride dans une série n, il faudra enlever tout l'oxygène, sous forme d'acide carbonique, à l'acide monobasique de la série n + 1.*

» Si nous ramenons la formule générale des acides monobasiques au cas particulier de l'*acide formique*, n devient égal à 1, et, par suite, $n - 1 = 0$. Ce qui fait voir que si par la distillation sèche on enlève à l'acide formique tout son oxygène à l'état d'acide carbonique, on obtiendra, comme unique produit pyrogéné, de l'hydrogène pur. C'est là, en effet, ce que démontrent des expériences déjà fort anciennes de M. Pelouze (1).

» L'acétone est un corps type d'une série de combinaisons dans laquelle viennent se ranger la métacétone (2), la butyrone, la valérone, etc. En exami-

---

(1) Mémoire sur la transformation de l'acide hydrocyanique et des cyanures en ammoniaque et en acide formique; par M. J. Pelouze (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, tome XLVIII, page 395).

(2) La métacétone, dont il est question ici, aurait pour composition

$$C^{10} H^{10} O^2 = 4 \text{ volumes};$$

elle résulterait de la distillation sèche des métacétates de chaux ou de baryte

$$[2(BaO, C^6H^5O^3)] - 2(BaO, CO^2) = C^{10} H^{10} O^2.$$

J'ai tout lieu de croire que la métacétone de M. Fremy n'est autre chose que ce composé; du moins, la formation de l'acide métacétique par l'action de la potasse sur le sucre, celle de la métacétone de M. Fremy par la distillation sèche de la même substance en présence de la chaux, enfin la transformation de ce produit pyrogéné en acide métacétique ($C^6H^6O^4$) sous l'influence des actions oxydantes, semblent donner à cette prévision une grande probabilité. La métacétone de M. Fremy serait donc, selon moi, la véritable *acétone* de *l'acide métacétique;* sa formule ne serait donc pas $C^{12}H^{10}O^2$, mais bien $C^{10}H^{10}O^2$? C'est là une question qui ne peut être résolue que par l'expérience. Je rendrai très-prochainement compte du résultat des recherches que j'ai entreprises sur ce sujet.

nant de près les réactions communes à ces substances, il est facile de se convaincre qu'elles ne constituent pas des *composés simples*, tels que les alcools ou les aldéhydes, capables de fournir des dérivés faisant toujours partie de la même série; mais ce sont, au contraire, comme je vais essayer de le démontrer, des *combinaisons oxygénées complexes* qui résultent de la juxtaposition des *hydrocarbures simples* de deux séries différentes.

» Il résulte de cette juxtaposition même, que les produits pyrogénés de cette classe présentent une apparence de complication qui, au point de vue de composés simples, les exclurait entièrement de la série de l'acide qui leur a donné naissance. Mais les *acétones* ne sont évidemment pas des composés simples, la nature de leur réaction ne permet pas le moindre doute à cet égard ; il suffit de remarquer qu'elles sont toujours inertes à l'égard des agents faibles, tandis que l'emploi des agents énergiques les dédouble et les ramène à la série de l'acide qui a servi à les produire.

» Ainsi, MM. Dumas et Stass ont démontré que l'acétone se transforme en acide acétique sous l'influence de l'acide chromique étendu; c'est avec le même réactif que M. Gottlieb a obtenu un nouvel acide en oxydant la métacétone: je me suis assuré, de mon côté, de la formation d'acide butyrique dans l'action des corps oxydants sur la butyrone. Ces faits, auxquels on pourrait en joindre plusieurs autres, suffisent pour mettre en évidence le lien intime qui unit chacun des composés de la classe des Acétones à la série de l'acide qui a servi de point de départ. Jetons maintenant un coup d'œil sur le principe qui préside à la formation de ces substances.

» Il résulte d'un grand nombre de faits, qu'une distillation sèche n'est autre chose qu'un *procédé de réduction*; c'est un véritable acte de combustion qui se fait aux dépens des éléments de la matière organique. Or, si à un acide monobasique on pouvait enlever 2 équivalents d'oxygène sans toucher au carbone et à l'hydrogène, il est évident que l'on formerait l'aldéhyde de cet acide; car

» *Un aldéhyde est un composé neutre qui ne diffère de son acide que par 2 équivalents d'oxygène en moins, et qui peut toujours régénérer cet acide par une simple fixation d'oxygène.*

» Eh bien, ces aldéhydes qu'on a cru, jusqu'à ce jour, ne pouvoir obtenir que d'une manière indirecte, peuvent cependant être engendrés par la *réduction de l'acide* même, et cela précisément dans une distillation sèche (butyraldéhyde). Le plus fréquemment, il est vrai, ces aldéhydes ne s'obtiennent pas libres, mais seulement en combinaison avec un hydro-

carbure qui se forme simultanément; ce sont ces combinaisons, comme nous allons le voir, qui constituent les acétones.

» Nous venons de rappeler que les acétones sont des *produits de réduction* qui conservent toujours, malgré leur apparence de complication, l'empreinte de leur origine, au point que, placés dans des circonstances opposées à celles qui leur ont donné naissance, c'est-à-dire sous l'influence d'*actions oxydantes*, elles régénèrent toujours leur produit primitif. Si nous ajoutons que les *aldéhydes* et les *acétones* possèdent ce caractère commun de régénérer le *même acide*; enfin, que l'un de ces aldéhydes, le butyral, qui présente avec l'aldéhyde acétique l'analogie la plus parfaite, prend naissance dans une distillation sèche par suite du dédoublement de la butyrone; on ne pourra, je pense, se refuser à l'idée que chacun des composés de la classe des Acétones renferme l'aldéhyde de l'acide qui lui a donné naissance. En dédoublant les formules des acétones, d'après ce point de vue, voici les relations que l'on observe :

$\underbrace{C^4H^4 + O^4}_{\text{Acide acétique.}}$	$\underbrace{C^4H^4 + O^2}_{\text{Aldéhyde acétique.}}$	$\underbrace{C^6H^6 + O^2}_{\text{Acétone.}} = \left\{\begin{matrix} C^4H^4 + O^2 \\ C^2H^2 \end{matrix}\right.$
$\underbrace{C^6H^6 + O^4}_{\text{Acide métacétique.}}$	$\underbrace{C^6H^6 + O^2}_{\text{Métacétaldéhyde.}}$	$\underbrace{C^{10}H^{10} + O^2}_{\text{Métacétone.}} = \left\{\begin{matrix} C^6H^6 + O^2 \\ C^4H^4 \end{matrix}\right.$
$\underbrace{C^8H^8 + O^4}_{\text{Acide butyrique.}}$	$\underbrace{C^8H^8 + O^2}_{\text{Butyraldéhyde.}}$	$\underbrace{C^{14}H^{14} + O^2}_{\text{Butyrone.}} = \left\{\begin{matrix} C^8H^8 + O^2 \\ C^6H^6 \end{matrix}\right.$
$\underbrace{C^{10}H^{10} + O^4}_{\text{Acide valérique.}}$	$\underbrace{C^{10}H^{10} + O^2}_{\text{Valéraldéhyde.}}$	$\underbrace{C^{18}H^{18} + O^2}_{\text{Valérone.}} = \left\{\begin{matrix} C^{10}H^{10} + O^2 \\ C^8H^8 \end{matrix}\right.$

. . . . et ainsi de suite pour toutes les acétones des acides analogues à l'acide acétique.

» Les relations entre les divers acides monobasiques, leurs aldéhydes et leurs acétones, qui sont mises en évidence dans le tableau précédent, peuvent maintenant recevoir une interprétation générale.

» Représentons toujours par Δ^n un hydrocarbure simple ($\Delta = C^2H^2$); la formule des acides sera

$$\Delta^n + O^4,$$

et celle des aldéhydes correspondants à l'acide,

$$\Delta^n + O^2;$$

dès lors la formule générale des acétones sera

$$\begin{cases} \Delta^n + O^2, \\ \Delta^{n-1}. \end{cases}$$

Nous sommes donc conduit à la règle suivante :

» *L'acétone d'une série résulte de l'union de l'aldéhyde de cette série avec l'hydrocarbure simple de la série immédiatement antérieure.*

» Ainsi, la distillation sèche d'un acide monobasique présente deux cas bien distincts; dans l'un et l'autre il y a réduction de l'acide, et l'oxygène éliminé brûle une partie de ses éléments. Si cette réduction est complète, il se forme un hydrocarbure hydride, et il y a *passage complet* de la série à laquelle appartient cet acide à la série antérieure. Lorsqu'au contraire on n'enlève qu'une partie de l'oxygène de l'acide sous forme d'eau et d'acide carbonique, 2 équivalents de l'acide prennent part à la réaction, et l'on obtient une acétone: on reste, alors, dans la série à laquelle appartient l'acide, tout en *passant partiellement* à la série antérieure.

» Cette réaction complexe, qui donne naissance aux composés de la classe des Acétones, peut s'exprimer d'une manière très-simple par une double équation. Prenons pour exemple la distillation sèche de l'acide butyrique ou des butyrates; 2 équivalents d'acide prenant part à la réaction, on a :

$$\left.\begin{array}{l} (C^8H^8 + O^4) - O^2 = C^8H^8 + O^2 \\ [(C^8H^8 + O^4) + O^2] - C^2O^4 - H^2O^2 = C^6H^6 \end{array}\right\} = \underbrace{C^{14}H^{14} + O^2}_{\text{Butyrone.}}$$

» En opérant sur de faibles quantités de butyrate, on obtient de la butyrone pure, si l'on a soin de conduire la distillation avec une grande régularité; mais, lorsqu'on élève trop la température, la butyrone formée se dédouble en aldéhyde butyrique et un *hydrocarbure simple* (le métacétène C^6H^6?). Cette circonstance rend compte de la formation de l'hydrocarbure, que j'ai obtenu dans la plupart des préparations de butyrone.

» En appliquant la règle précédente au cas particulier de l'acide formique, qui appartient à la première de toutes ces séries, nous voyons que l'hydrocarbure simple, qu'il faudrait ajouter à l'aldéhyde formique pour avoir la formone, est nul; nous arrivons donc à cette conclusion, que :

» *L'aldéhyde formique et la formone ne doivent être qu'une seule et même substance.*

» Ce résultat est d'ailleurs immédiatement mis en évidence par la formule générale des Acétones; car, dans le cas de l'acide formique, $n = 1$, et, par conséquent, $n - 1 = 0$, c'est-à-dire que Δ^{n-1} devient nul.

» Enfin, nous sommes encore conduit à la même conséquence par les relations ordinaires, appliquées au cas qui nous occupe; ainsi, on a :

1°. Acide formique... $(C^2H^2 + O^4) - O^2 = C^2H^2 + O^2$ formaldéhyde;
2°. Acide formique... $2(C^2H^2 + O^4) - C^2O^4 - H^2O^2 = C^2H^2 + O^2$ formone.

» Bien que l'aldéhyde formique ou la formone restent encore à découvrir, il est impossible de contester la probabilité de réactions aussi simples et de la nature de toutes celles qui ont été observées jusqu'à ce jour.

» Ainsi, la série des aldéhydes ne diffère de celle des acétones qu'en ce que la première renferme les *aldéhydes simples*, et la seconde *ces mêmes aldéhydes combinés;* ces deux séries sont liées l'une à l'autre par le premier terme qui doit être tout à la fois un aldéhyde et une acétone (1).

» La théorie dont je viens de présenter l'exposé ne repose, comme on le voit, sur aucune hypothèse gratuite; elle n'a d'autres bases que l'ensemble des faits observés par un grand nombre de chimistes. Les formules générales qui en découlent, rendent compte de la formation des produits pyro-

---

(1) Les considérations dont il vient d'être question ont conduit à des formules générales qui permettent d'assigner aux acétones la place qu'elles doivent occuper dans la série de l'acide qui leur a donné naissance. Il serait facile, par exemple, de rattacher à présent ces composés au système de *classification chimique* qui vient d'être proposé par M. Laurent, (voyez *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* tome XIX, page 1089). En adoptant les divisions établies par son auteur dans chacune de ces séries, nous aurions :

Premier type......	Noyaux.......	éthénides...	Δ^n,
Deuxième type......	Protogénides...	hydrides.....	$\Delta^n + H^2$
		aldéhydes....	$\Delta^n + O^2$,
Troisième type......	Sels..........	acides monob.	$\Delta^n + O^4$,
Quatrième type.....	Syndesmides....	acétones.....	$\Delta^n + O^2$
			Δ^{n-1}.

Ici se trouve encore révélé le caractère d'une distillation sèche; la réaction à laquelle donne lieu l'acide, consistant dans une élimination constante d'oxygène, soit totale, soit partielle, le produit pyrogéné engendré doit être considéré comme un produit de réduction; aussi y a-t-il toujours passage du *type salin* au *type protogénide*, dans les deux cas que peut présenter la distillation sèche d'un acide. Ce n'est qu'en raison de la complication du noyau que les acétones devraient être rangées dans une classe à part, car, en réalité, elles font partie du *type protogénide. Les syndesmides*, dit M. Laurent, *pourraient, d'après leurs propriétés, soit se diviser en anhydrides, aldéhydes, sels, etc., soit se placer à la suite de chaque genre dont elles partagent les propriétés.* Les acétones, tout en appartenant au *type syndesmide*, devraient donc, d'après leur constitution, être placées à la suite du genre Aldéhyde.

générés, du caractère de la distillation sèche, et permettent de saisir les relations spéciales qui affectent certains cas particuliers.

» La règle concernant les Acétones assigne à ces substances une forme générale, définit leur nature chimique en démontrant qu'elles ne doivent pas être considérées comme des composés simples, mais qu'il faut les assimiler à des combinaisons complexes, telles, par exemple, que les éthers composés. Enfin, elle nous apprend que ces substances appartiennent toujours à la série de l'acide qui les a engendrées, met en évidence le lien qui les unit à cet acide et détermine la place qu'elles occupent dans la série. »

CHIMIE. — *Sur des bases organiques chlorées et bromées; par* M. **Auguste Laurent.**

« Le chlore se substitue à l'hydrogène, joue son rôle dans un grand nombre de substances organiques; c'est un fait incontestable. Mais, jusqu'à ce jour, les expériences qui ont été entreprises pour le démontrer n'ont été faites que sur des acides et des corps neutres.

» Plusieurs bases organiques ont été soumises à l'action du chlore, du brome et de l'iode. Les résultats auxquels on est parvenu sont restés enveloppés d'une grande obscurité, et dans aucun cas l'on n'a obtenu de nouvelles bases chlorées ou bromées par substitution.

» Lorsque l'on fait agir le chlore sur un alcali organique, si celui-ci abandonne de l'hydrogène, il doit se faire au moins deux nouveaux composés. Premièrement, une substance déshydrogénée en partie; secondement, un chlorhydrate de l'alcali employé. Ces deux nouveaux corps peuvent, sous l'influence du chlore, éprouver de nouvelles métamorphoses. Il doit donc être difficile de se reconnaître au milieu d'un pareil mélange.

» Pour éviter cette difficulté, j'avais pensé à faire agir le chlore directement sur les chlorhydrates des alcalis, et j'avais conseillé à M. W. Hoffmann de traiter le chlorhydrate d'aniline par le chlore, afin de voir s'il ne se formerait pas une aniline chlorée et conservant encore ses propriétés basiques. Les résultats auxquels parvint ce chimiste distingué ne répondirent pas à mon attente. Il obtint la trichloraniline qui n'est plus basique. Il imagina alors des procédés très-élégants, et, en distillant l'isatine, la chlorisatine et la bichlorisatine avec de la potasse, il obtint l'aniline, la chloraniline et la bichloraniline, toutes les trois basiques.

» Néanmoins, je n'abandonnai pas l'idée de faire réagir le chlore sur les chlorhydrates, et je fis des essais sur celui de cinchonine. Les résultats

que j'ai obtenus ont complétement répondu à mon attente. Ils sont si nets, si saillants, qu'à eux seuls ils suffisent pour mettre hors de doute le rôle que le chlore joue dans les substitutions. Ils sont d'ailleurs accompagnés de particularités assez intéressantes, pour que je croie devoir appeler l'attention des physiciens et des physiologistes sur elles, afin de les engager à tenter quelques expériences dans la voie que j'indiquerai plus bas.

Chloré-cinchonine.

» Lorsque l'on fait agir le chlore sur une dissolution concentrée et chaude de bichlorhydrate de cinchonine, il se dépose un sel peu soluble qui, redissous dans l'eau et traité par l'ammoniaque, donne un précipité qui est une nouvelle base organique, la chloré-cinchonine, et dont la composition se représente par cette formule

$$C^{76} H^{40} Cl^{4} Az^{4} O^{2};$$

c'est de la cinchonine dont 4 atomes d'hydrogène ont été remplacés par 4 atomes de chlore.

» Elle cristallise en aiguilles, bleuit la teinture rouge de tournesol, et forme des sels cristallisables avec les acides; soumise à la distillation avec la potasse, elle donne, comme la cinchonine, de la quinoléine.

Broma-cinchonine.

» J'ai obtenu cette base en versant du brome sur le bichlorhydrate de cinchonine. Il s'est formé un sel qui, décomposé par l'ammoniaque, a donné un précipité semblable au précédent, et dont la composition se représente par

$$C^{76} H^{42} Br^{2} Az^{4} O^{2};$$

c'est de la cinchonine moins 2 atomes d'hydrogène, plus 2 atomes de brome.

Cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée.

» On la prépare comme la base précédente, avec laquelle elle se trouve mêlée; mais la grande différence de solubilité de son sel permet de l'isoler très-facilement. Elle renferme

$$C^{76} H^{41} Br^{3} Az^{4} O^{2}.$$

Sels chloroplatiniques.

» Les sels chloroplatiniques de la cinchonine et de ses dérivés se distin-

guent de la plupart des autres sels analogues, par les proportions d'acide et de bichlorure de platine qu'ils renferment, et parce qu'ils retiennent tous, avec une très-grande force, 2 équivalents d'eau qui ne se dégagent que vers 180 degrés environ. Voici leur composition:

Bichloroplatinate de cinchonine.............	$C^{76}H^{44}Az^4O^2 + 2(H^2Cl^2 + Cl^4Pt) + 2Aq$;
Bichloroplatinate de cinchonine monobromée...	$C^{76}H^{42}Br^2Az^4O^2 + 2(H^2Cl^2 + Cl^4Pt) + 2Aq$;
Bichloroplatinate de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée.....	$C^{76}H^{41}Br^3Az^4O^2 + 2(H^2Cl^2 + Cl^4Pt) + 2Aq$;
Bichloroplatinate de cinchonine bichlorée	$C^{76}H^{40}Cl^4Az^4O^2 + 2(H^2Cl^2 + Cl^4Pt) + 2Aq$.

Tous ces sels sont d'un jaune très-pâle et presque insolubles.

Bichlorhydrates et bibromhydrates.

» La cinchonine et ses dérivés donnent avec les acides chlorhydrique et bromhydrique des sels acides qui cristallisent très-bien. L'un d'eux se fait remarquer par sa singulière composition, c'est le bichlorobromhydrate de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée. On l'obtient en versant de l'acide chlorhydrique dans une dissolution alcoolique de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée et de bromhydrate d'ammoniaque. Voici leurs formules:

Bichlorhydrate de cinchonine.............	$C^{76}H^{44}Az^4O^2 + H^4Cl^4$;
Bichlorhydrate de cinchonine monobromée...	$C^{76}H^{42}Br^2Az^4O^2 + H^4Cl^4$;
Bichlorhydrate de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée.....	$C^{76}H^{41}Br^3Az^4O^2 + H^4Cl^4$;
Bichlorobromhydrate de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée.	$C^{76}H^{41}Br^3Az^4O^2 + H^4(Cl^2Br^2)$;
Bichlorhydrate de cinchonine bichlorée......	$C^{76}H^{40}Cl^4Az^4O^2 + H^4Cl^4$;
Bibromhydrate de cinchonine bichlorée......	$C^{76}H^{40}Cl^4Az^4O^2 + H^4Br^4$.

» Tous ces sels se ressemblent au plus haut degré: ils ont le même aspect; ils sont isomorphes; leurs cristaux portent les mêmes modifications; ce sont des tables rhomboïdales dont les angles aigus sont remplacés par des facettes *m*. Comme je n'ai opéré que sur une petite quantité de matière, je ne puis donner des mesures très-précises.

	Angle des pans.	De la base sur les facettes *m*.
Bichlorhydrate de cinchonine..........	101°	137 à 138°
Bibromhydrate de cinchonine bichlorée......	104	137
Bichlorhydrate de cinchonine bichlorée	106	137 à 138
Bichlorobromhydrate de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée ..	107 à 108°	?
Bichlorhydrate de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée	107 à 108	?
Bichlorhydrate de cinchonine monobromée....	107 à 108	?

Le bichlorhydrate de cinchonine $\frac{3}{2}$ bromée prouve encore que le brome et

l'hydrogène sont isomorphes en toutes proportions, et, de plus, que les atomes sont divisibles.

» Il y a quelques années, j'ai désigné sous le nom d'*isoméromorphisme* un cas singulier d'isomérie et d'isomorphisme, qu'il était possible d'obtenir en traitant une même substance d'abord par le chlore, puis par le brome, ensuite par le brome, puis par le chlore. Je pensais que l'on pouvait préparer par ce moyen deux corps *différents, ayant la même forme, la même composition et des propriétés presque identiques.*

» Plus tard, j'ai essayé d'obtenir de semblables composés avec la naphtaline. J'ai réussi en partie. Sur trois exemples que j'ai donnés, l'un est douteux, le second offre bien deux corps isomères, mais la forme de l'un d'eux n'a pu être déterminée; enfin, le troisième m'a donné des cristaux dont un seul angle a pu être mesuré.

» Quoique je n'aie pas fait l'expérience, je suis convaincu que l'on obtiendra avec les dérivés de la cinchonine plusieurs cas d'isoméromorphisme, et qu'ils présenteront le plus haut intérêt. Faute de matière, je n'ai pas préparé la cinchonine bibromée; mais il est évident que cette base pourra s'obtenir en faisant agir le brome sur le bichlorhydrate de cinchonine.

» Or, le bichlorhydrate de cinchonine bibromée devra être isomorphe avec son isomère, le bibromhydrate de cinchonine bichlorée; il en sera de même de plusieurs autres combinaisons, comme le fait voir le tableau suivant :

$$\text{I.}\ \left\{\begin{array}{l} H^4Cl^4 + C^{76}H^{40}Br^4Az^4O^2 \\ H^4Br^4 + C^{76}H^{40}Cl^4Az^4O^2 \end{array}\right\}\ \text{isomères et isomorphes.}$$

$$\text{II.}\ \left\{\begin{array}{l} H^2Cl^2 + C^{76}H^{42}Br^2Az^4O^2 \\ H^2Br^2 + C^{76}H^{42}Cl^2Az^4O^2 \end{array}\right\}\ \text{isomères et isomorphes.}$$

$$\text{III.}\ \left\{\begin{array}{l} H^4\begin{smallmatrix}Cl^2\\Br^2\end{smallmatrix} + C^{76}H^{42}Cl^2Az^4O^2 \\ H^4Cl^4 + C^{76}H^{42}Br^2Az^4O^2 \end{array}\right\}\ \text{isomères et isomorphes.}$$

$$\text{IV.}\ \left\{\begin{array}{l} H^4\begin{smallmatrix}Cl^2\\Br^2\end{smallmatrix} + C^{76}H^{42}Br^2Az^4O^2 \\ H^4Br^4 + C^{76}H^{42}Cl^2Az^4O^2 \end{array}\right\}\ \text{isomères et isomorphes.}$$

» M. Mitscherlich a fait voir que les émétiques tartrique et paratartrique ont la même composition, la même forme, la même densité, et qu'ils exercent la même action sur la lumière polarisée. Cette identité de propriétés ne se conçoit pas facilement, car toutes les autres combinaisons des acides tartrique et paratartrique n'ont pas les mêmes formes.

» On voit, au contraire, très-facilement pourquoi les composés isomères

des dérivés de la cinchonine doivent être isomorphes; les formules indiquent les réactions qu'ils présenteront sous l'influence des alcalis ou du nitrate d'argent.

» Une étude attentive des sels de cinchonine et de ses dérivés, et surtout des sels isoméromorphes, devra nécessairement jeter beaucoup de lumière sur la physique moléculaire. Mais, pour qu'un tel travail pût être profitable à la science, il faudrait opérer sur quelques centaines de grammes de cinchonine. Des mesures très-précises des angles des cristaux apprendraient quelle est la différence angulaire que le chlore et le brome amènent dans la forme, lorsque ces corps se substituent à l'hydrogène. On pourrait voir suivant quelle loi les angles varient avec la proportion de chlore substitué.

» Si dans tous les sels, les sulfates, les nitrates, etc., l'isomorphisme ne se soutenait pas, on pourrait chercher les rapports que présenteraient les formes différentes, et l'on trouverait probablement un moyen de rattacher les divers types cristallins les uns aux autres.

» La densité, le pouvoir réfringent, etc., donneraient aussi des résultats importants.

» On sait, d'après les expériences de M. Bouchardat, que les alcalis organiques et leurs sels exercent une action sur la lumière polarisée. Il est certain pour moi que les dérivés de la cinchonine exerceront une action analogue. Mais dans quel sens sera la déviation? quelle sera son intensité? les isoméromorphes donneront-ils le même angle de déviation? Ce sont autant de questions dont la solution ne peut manquer de donner des résultats pleins d'intérêt.

» Enfin, les dérivés de la cinchonine n'exercent-ils pas sur l'économie animale une action semblable à celle de la cinchonine? ne pourrait-on pas faire de la médecine par substitution? Je ne veux pas dire que l'on y trouverait un grand avantage.

» Si les partisans des théories électrochimiques ne trouvent pas que j'ai apporté assez de preuves à l'appui de ma thèse, je les prierai de vouloir bien m'indiquer quelles sont les expériences qu'il faudrait encore tenter pour leur persuader qu'ils sont dans l'erreur. Quant à moi, je ne sais plus quelle preuve il faudrait leur donner. Aucune réaction, aucune propriété ne s'accordent avec leur système. Rien de ce qu'ils annoncent ne se confirme par l'expérience. Poussés à bout, ils me répondent que ma théorie est absurde, et, au lieu de me réfuter à l'aide de l'expérience, ils inventent des mots vides de sens. Dans les corps composés de la chimie organique, les atomes ne sont plus combinés, mais *copulés;* c'est leur dernier mot. »

CHIMIE. — *Sur l'éther sulfureux; par* MM. EBELMEN *et* BOUQUET.

« L'action de l'alcool sur le chlorure de soufre nous a permis de préparer un nouvel éther, l'éther sulfureux. Voici dans quelles circonstances il se produit:

» Quand on verse de l'alcool absolu sur du protochlorure de soufre, il y a dégagement de chaleur, formation de gaz acide chlorhydrique et dépôt de soufre. En continuant à ajouter de l'alcool jusqu'à ce que toute réaction ait cessé, puis distillant le mélange, il passe d'abord, vers 80 degrés, un produit abondant, qui n'est que de l'alcool acidifié par de l'acide chlorhydrique. En continuant à chauffer, la température du liquide s'élève rapidement; il s'éclaircit par la fusion du soufre qu'il tenait en suspension, se colore en brun rouge, et abandonne, entre 150 et 170 degrés, un produit que l'on recueille à part. Il reste dans la cornue un dépôt considérable de soufre fondu.

» Le liquide, distillé entre 150 et 170 degrés, ayant été rectifié jusqu'à ce que son point d'ébullition devînt fixe, on a obtenu ainsi un liquide limpide et incolore, d'une odeur éthérée particulière un peu analogue à celle de la menthe, d'une saveur fraîche d'abord, brûlante ensuite, et qui laisse un arrière-goût sulfureux. Il bout à 160 degrés.

» Sa densité est de 1,085; à 16 degrés il se dissout en toute proportion dans l'alcool et dans l'éther. L'eau précipite ces dissolutions, et ne redissout le dépôt que très-lentement, en prenant une odeur très-forte d'acide sulfureux.

» L'éther, préparé depuis quelque temps, et conservé dans des flacons mal bouchés, éprouve aussi une décomposition analogue de la part de l'air humide.

» L'analyse de ce produit nous a conduits à la formule

$$SO^2 C^4 H^5 O,$$

qui représente 2 volumes de vapeur. La densité calculée serait 4,76. L'expérience nous a donné un nombre presque identique, 4,77.

» Pour compléter l'histoire de ce corps, il nous reste à étudier l'action du chlore. Ce gaz est absorbé, en grande proportion, sous l'influence solaire; mais l'état du ciel ne nous a pas encore permis d'obtenir le produit définitif de la réaction. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie mathématique de la lumière.* (Lettre de M. Laurent, capitaine du génie, à M. *Arago*.)

« Lorsqu'un point devient lumineux, les différentes régions de l'espace ne sont éclairées que successivement, et d'autant plus tard qu'elles sont éloignées davantage de la source de lumière. Le fait est bien constaté par certaines observations astronomiques, et on ne fait que l'énoncer en d'autres termes, en disant que *la lumière se propage.*

» Toute *propagation* suppose nécessairement la reproduction successive et continue d'un phénomène dans une série de points consécutifs de l'espace. Pour la lumière, ce phénomène consiste dans le passage de l'obscurité à la clarté.

» De même, la reproduction successive d'un phénomène en divers points consécutifs entraîne l'existence *d'une vitesse de propagation*, c'est-à-dire d'un rapport constant ou variable entre la distance qui sépare deux de ces points et l'intervalle de temps nécessaire pour que le phénomène se produise dans tous les points intermédiaires. Les observations ont fait reconnaître que dans la propagation de la lumière, ce rapport est constant.

» Il résulte de là que *la vitesse de propagation de la lumière est égale au rapport de la distance qui sépare l'observateur d'un point qui devient lumineux, au temps écoulé entre l'instant où la lumière commence à se produire, et celui de la première perception de la sensation par l'œil.*

» Pour les partisans du système des ondulations, cette définition est incomplète au point de vue analytique.

» Effectivement, lorsqu'on ébranle un élément d'un système de molécules soumises à des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, l'équilibre de tout le système est troublé instantanément, de façon que les molécules les plus éloignées du centre d'ébranlement entrent immédiatement en mouvement. Les vitesses de ces molécules seront très-petites dans les premiers instants; mais, de même que l'intervalle qui sépare une courbe de son asymptote ne peut jamais s'évanouir complétement, de même ces vitesses, quelque petites qu'on les suppose, ne peuvent être considérées comme rigoureusement nulles. Telle est du moins la conséquence nécessaire de l'hypothèse de forces attractives ou répulsives exprimées par des fonctions de la distance indépendantes du temps.

» Si la lumière est un mouvement, et si, d'un autre côté, ce mouvement naît instantanément dans tous les points de l'espace, que devient la propaga-

tion? Evidemment, les partisans du système des ondulations ne peuvent supposer qu'il suffit qu'il y ait mouvement, quel qu'il soit, pour qu'il en résulte sur nos organes la sensation de la lumière. Dans ce système il faut admettre, au contraire, non-seulement que le mouvement doit être astreint à certaines conditions pour qu'il y ait lumière, mais, en outre, que ces conditions ne sont satisfaites que successivement dans les diverses régions de l'espace.

» Ainsi, pour compléter la définition de la vitesse de la lumière rappelée ci-dessus, il est indispensable de préciser *les conditions de visibilité* des mouvements vibratoires de l'éther. Au nombre de ces conditions il doit nécessairement s'en trouver une relative à l'intensité. Cette condition est-elle la seule qu'on doive considérer? Au premier abord on serait tenté de répondre affirmativement à cette question si, basant son opinion sur des analogies, on se rappelait que Savart a démontré que l'on pouvait reculer presque indéfiniment les limites des sons perceptibles en augmentant l'intensité. Mais on ne saurait admettre à priori qu'il en est nécessairement de même dans la théorie de la lumière. Sans m'arrêter à la direction transversale des oscillations, je remarquerai que M. Melloni a été conduit à supposer que dans les phénomènes de la chaleur rayonnante, les vibrations calorifiques sont absolument de la même nature que les vibrations lumineuses, de façon que le calorique rayonnant ne serait que *de la lumière obscure ou insensible à l'organe de la vue*. Quoique cette hypothèse ne soit peut-être pas encore suffisamment justifiée, elle suffit pour faire voir que l'on doit admettre la multiplicité des conditions de visibilité comme possible à priori. Ces conditions, quelles qu'elles soient, peuvent toujours être supposées exprimées par des équations ou des inégalités.

» Ainsi, soient

x, y, z les coordonnées rectangulaires d'une molécule de l'éther à l'état d'équilibre;

ξ, η, ζ des fonctions de x, y, z et du temps t, qui représentent les déplacements de cette molécule dans un mouvement vibratoire;

F, F′, F″,... des fonctions de ces déplacements ou de leurs dérivées partielles;

I, I′, I″,... des limites constantes supposées données.

» Les conditions de visibilité pourront être représentées par des inégalités de la forme

$$F > I, \quad F' > I', \quad F'' > I'', \ldots.$$

Par conséquent, si l'on pose

$$F = I, \quad F' = I', \quad F'' = I'', \ldots,$$

chacune des équations précédentes représentera *une surface de moindre visibilité* mobile dans l'espace, et dont les nappes limiteront les régions dans lesquelles la condition de visibilité correspondante se trouve satisfaite. Je désignerai ces régions sous le nom d'*intérieur de la surface de moindre visibilité,* quoique les nappes de cette surface puissent être indéfinies. Il en résulte que les points de l'espace éclairés à un instant donné, c'est-à-dire les points où nos organes peuvent percevoir la sensation de la lumière, seront ceux qui se trouvent simultanément à l'intérieur de toutes les surfaces de moindre visibilité.

» Le nombre et la forme des fonctions F, F′, F″,... nous sont inconnus. Nous savons seulement que ces fonctions, ainsi que les valeurs des limites I, I′, I″,..., dépendent de la structure de l'œil et du mode de perception de la sensation. Dans cet état de choses, on doit réduire les conditions de visibilité à celles dont l'existence est bien constatée, laissant à l'expérience à décider si on doit en admettre d'autres, et à déterminer, dans ce cas, leur nature.

» Or, ainsi que je l'ai dit plus haut, il est évident que les mouvements vibratoires de l'éther doivent acquérir une certaine intensité pour devenir sensibles à l'œil. Si l'on mesure l'intensité par le carré de la vitesse effective, et que l'on pose

$$V^2 = \left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dt}\right)^2,$$

la seule condition de visibilité que nous admettrons pour le moment sera exprimée par l'inégalité

$$V^2 > I,$$

à laquelle correspondra une surface de moindre visibilité représentée par l'équation

$$V^2 = I.$$

Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il est possible qu'un jour l'expérience démontre la nécessité d'admettre d'autres conditions de visibilité et par suite d'autres surfaces de moindre visibilité.

» Ainsi, quel que soit le point de vue sous lequel on envisage les vibrations de l'éther, les lois de la propagation de la lumière dépendent des lois du mouvement d'une certaine surface.

» Il est très-intéressant de rechercher les propriétés de ce mouvement qui peuvent être constatées à priori par l'expérience et l'observation. C'est ce que je vais essayer de faire.

» On ébranle un élément de l'éther et on demande de déterminer l'instant où la lumière deviendra sensible en un point donné de l'espace.

» Pour cela, on conserve tracées dans l'espace toutes les positions successives de la surface de moindre visibilité, ainsi que tous les systèmes de trajectoires orthogonales. Si aucune de ces trajectoires ne passe par le point donné, il ne sera jamais éclairé. Si, au contraire, au moins une des trajectoires passe par ce point, il commencera à être éclairé à une époque qui dépendra de la vitesse avec laquelle cette trajectoire est décrite par le point correspondant de la surface de moindre visibilité, vitesse qui est égale à

$$\frac{\frac{dV}{dt}}{\sqrt{\left(\frac{dV}{dx}\right)^2+\left(\frac{dV}{dy}\right)^2+\left(\frac{dV}{dz}\right)^2}}.$$

Le premier cas pourra se présenter si les nappes de la surface de moindre visibilité engendrent par leurs mouvements une surface enveloppe; et, dans cette dernière hypothèse, ce cas se présentera effectivement si le point donné et la surface de moindre visibilité ne sont pas situés du même côté de l'enveloppe.

» Peut-on admettre que les nappes de la surface de moindre visibilité engendrent des surfaces enveloppes? La solution de cette question ne saurait être douteuse. S'il ne pouvait exister de surface enveloppant les nappes de la surface de moindre visibilité dans leurs positions successives, il n'y aurait jamais d'ombre.

» Développons les conséquences de ce fait. Pour cela, concevons que l'on réfléchisse un faisceau de lumière vers une ouverture pratiquée dans le volet d'une chambre obscure, et examinons ce qui se passera dans l'intérieur de la chambre.

» A une époque postérieure à celle où la réflexion a commencé, les mouvements visibles de l'éther dans la chambre seront circonscrits par une surface de moindre visibilité, dont les nappes seront fermées dans les directions transversales au faisceau réfléchi. Les points dans le voisinage de l'axe du faisceau seront éclairés successivement et resteront éclairés pendant toute la durée de l'expérience, tandis que les points situés à une distance convenable de cet axe seront toujours dans l'obscurité. Supposons maintenant qu'on intercepte extérieurement la lumière réfléchie. A partir de ce moment, il ne pénétrera plus de lumière dans la chambre, et de deux choses l'une: ou les nappes de la surface de moindre visibilité continueront à se mouvoir suivant

les mêmes lois que précédemment, ou les lois de leur mouvement seront changées. Or, l'expérience indique que les points suffisamment éloignés de l'axe du faisceau réfléchi demeurent encore dans l'obscurité. Par conséquent, après la suppression de la réflexion extérieure, les nappes de la surface de moindre visibilité ne se meuvent pas davantage dans le sens latéral. D'un autre côté, les points dans le voisinage de l'axe du faisceau rentrent dans l'obscurité. Ces diverses circonstances ne peuvent se concilier avec la notion de la propagation de la lumière qu'en admettant qu'après la suppression de la réflexion, la surface de moindre visibilité dans l'intérieur de la chambre est fermée dans tous les sens, et qu'en outre, cette surface est animée d'*un mouvement de transport* suivant l'axe du faisceau, ce mouvement pouvant, du reste, être accompagné d'autres mouvements moins rapides, en vertu desquels la surface se déformerait ou se dilaterait. La vitesse de ce mouvement de transport sera la vitesse de propagation de la lumière dans la chambre obscure. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie mathématique de la lumière.* (Lettre de M. Laurent, capitaine du génie, à M. *Arago*.)

« Les idées que j'ai exposées fort imparfaitement dans une Note sur la théorie de la lumière, soumise en ce moment au jugement de l'Académie, ne présenteraient qu'un intérêt très-secondaire, si elles ne devaient pas conduire à envisager les phénomènes lumineux sous un point de vue nouveau. Or, si ces idées étaient reconnues soutenables, il en résulterait immédiatement des conséquences remarquables en ce qui concerne la dispersion. Ainsi, par exemple, on admet généralement que dans le vide, à une même durée de vibration il ne correspond qu'une seule longueur d'ondulation, tandis que si la direction de propagation est supposée pouvoir n'être pas normale aux plans des ondes définies par M. Cauchy, il pourra correspondre une infinité de longueurs d'ondulation différentes à une durée de vibration donnée.

» Cette conséquence me paraît conforme à celle à laquelle est arrivé M. Lamé dans un Mémoire sur le mouvement de la lumière dans les corps diaphanes. Dans l'extrait de ce Mémoire, inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, je trouve une coïncidence remarquable entre la plupart des résultats énoncés par M. Lamé, et ceux qu'on peut déduire des idées que j'ai eu la témérité d'émettre. Je citerai, par exemple, la division d'un faisceau de lumière dans le sens de sa longueur par des lignes ou des surfaces nodales, etc. Je ne saurais dire à quoi tient cette coïncidence, n'ayant pas pu prendre

connaissance du Mémoire complet de mon savant professeur à l'École Polytechnique.

» Quoi qu'il en soit, les idées que j'ai émises ne sont, en définitive, que le développement de ce principe : *La vitesse de propagation d'un mouvement vibratoire peut différer essentiellement des vitesses de propagation des mouvements partiels dans lesquels on peut concevoir ce mouvement décomposé.* Sans invoquer l'autorité de Lagrange, qui pensait qu'on ne saurait étudier les propriétés d'un mouvement vibratoire sur les mouvements partiels dont il se compose, considérés isolément, j'admets que le principe que je viens d'énoncer doit être soumis à l'épreuve de l'expérience.

» L'absence de toute dispersion sensible dans le vide ne saurait être considérée comme une confirmation suffisante de ce principe, puisqu'on pourrait répondre que cette absence prouve seulement que tous les mouvements partiels qu'on suppose correspondre aux différentes couleurs se propagent avec la même vitesse. Le phénomène de la polarisation mobile me paraît conduire à des conséquences plus nettes, ainsi que je vais vous le faire voir.

» Dans ma dernière Lettre, j'ai remarqué que les lois de la propagation de la lumière dépendent des lois du mouvement d'une certaine surface, que j'ai désignée sous le nom de *surface de moindre visibilité.* Si on réduit les conditions de visibilité à celle relative à l'intensité, et si l'on représente par ξ, η, ζ les déplacements d'une molécule mesurés parallèlement aux axes des x, des y et des z, l'équation de la surface de moindre visibilité sera

$$(1) \qquad \left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dt}\right)^2 = \mathrm{I},$$

I désignant la limite inférieure de l'intensité de la lumière sensible à l'œil.

» Il est facile de s'assurer que la vitesse de propagation, déduite de l'équation précédente, coïncide effectivement avec celle à laquelle conduit la considération des intégrales des équations générales du mouvement, dans les cas où ces équations sont supposées d'une forme qui permet de les intégrer généralement. On peut donc poser en principe que, lorsqu'il s'agit de déterminer la vitesse de propagation d'un mouvement lumineux donné de l'éther, on doit former l'équation de la surface de moindre visibilité et chercher les lois du mouvement des nappes de cette surface. Supposons par exemple qu'il s'agisse d'un mouvement se propageant parallèlement à l'axe des x et présentant le phénomène de la polarisation mobile. Supposons, en outre, que les équations de ce mouvement soient de la forme connue

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \xi &= 0, \\ \eta &= A[\cos(Ux - St + \lambda) + \cos(U'x - St + \lambda')] \\ &= 2A\cos\left[\frac{U+U'}{2}x - St + \frac{\lambda+\lambda'}{2}\right]\cos\left[\frac{U-U'}{2}x + \frac{\lambda-\lambda'}{2}\right], \\ \zeta &= A[\sin(Ux - St + \lambda) - \sin(U'x - St + \lambda')] \\ &= 2A\cos\left[\frac{U+U'}{2}x - St + \frac{\lambda+\lambda'}{2}\right]\sin\left[\frac{U-U'}{2}x + \frac{\lambda-\lambda'}{2}\right]. \end{aligned}\right.$$

L'équation (1) prend alors la forme

$$LA^2S^2\sin^2\left(\frac{U+U'}{2}x - St + \frac{\lambda+\lambda'}{2}\right) = I;$$

par conséquent, chacune des nappes de la surface de moindre visibilité sera représentée par une équation de la forme

$$\frac{U+U'}{2}x - St + \frac{\lambda+\lambda'}{2} = \text{constante},$$

c'est-à-dire que chacune de ces nappes est une surface plane mobile constamment perpendiculaire à l'axe des x, et dont la vitesse est égale à

$$\frac{2S}{U+U'}.$$

Il résulte de là que si l'on admet, comme on le fait généralement, que les mouvements partiels polarisés circulairement en sens inverse, qui composent le mouvement donné, se propagent respectivement avec des vitesses exprimées par

$$\frac{S}{U},\ \frac{S}{U'},$$

la vitesse de propagation du mouvement composé sera une moyenne entre les vitesses de propagation des mouvements partiels.

» Cette conséquence paraît au premier abord inadmissible, et il convient de la développer plus amplement. Pour cela, considérons le mouvement partiel polarisé circulairement dont les équations seraient

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \xi &= 0, \\ \eta &= A\cos(Ux - St + \lambda), \\ \zeta &= A\sin(Ux - St + \lambda). \end{aligned}\right.$$

L'équation de la surface de moindre visibilité, pour ce cas particulier, devient

$$A^2 S^2 = 1;$$

par conséquent, on ne saurait en déduire la vitesse de propagation du mouvement vibratoire représenté par les équations (3), et cette vitesse demeure indéterminée. Il importe d'examiner si cette indétermination est réelle, ou si elle n'est qu'apparente. Or, si l'on proposait une équation de la forme

$$y = f(Ux - St),$$

on n'hésiterait pas à déclarer qu'elle représente une courbe plane de forme constante, animée d'un mouvement de transport le long de l'axe des x, la vitesse de ce mouvement étant égale à $\frac{S}{U}$, et on le démontrerait en faisant voir qu'en imprimant cette même vitesse à l'origine des coordonnées, dans la direction de l'axe des x, l'équation de la courbe, rapportée à l'origine mobile, devient indépendante du temps. Si l'on imprime à l'origine des coordonnées, une vitesse $\frac{S}{U}$ dirigée suivant l'axe des x, les équations (3) deviennent indépendantes du temps. Effectivement, x' étant l'abscisse relative à cette origine mobile, on aura

$$x = x' + \frac{S}{U} t;$$

et, par suite, les équations (3) deviennent

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} \xi &= 0, \\ \eta' &= A \cos(Ux' + \lambda), \\ \zeta' &= A \sin(Ux' + \lambda). \end{aligned} \right.$$

On en a conclu que la vitesse de propagation du mouvement représenté par les équations (3) est égale à $\frac{S}{U}$, ainsi que je l'ai dit plus haut.

» Mais si, au lieu d'imprimer à l'origine des coordonnées un mouvement de transport suivant l'axe des x, cette origine est supposée fixe, et que l'on imprime aux axes des y et des z un mouvement de rotation autour de l'axe des x, et dont la vitesse angulaire serait égale à S, les équations du mouvement vibratoire donné, rapporté aux axes mobiles, deviendront encore indépendantes du temps. Effectivement, η', ζ' étant les déplacements mesurés

parallèlement à ces axes, on aura, en vertu de formules connues et en vertu des équations (3),

$$(5)\qquad \left\{ \begin{aligned} \xi &= 0, \\ \eta' &= \eta \cos St - \zeta \sin St = A \cos(Ux + \lambda), \\ \zeta' &= \zeta \sin St + \zeta \cos St = A \sin(Ux + \lambda). \end{aligned} \right.$$

» Or, si, en imprimant un mouvement de rotation convenable à l'axe des y et l'axe des z autour de l'axe des x, l'équation d'une surface donnée, rapportée aux axes mobiles, devenait indépendante du temps, on déclarerait, sans nul doute, que la vitesse de transport de cette surface est nulle, et que son mouvement se réduit à un mouvement de rotation autour de l'axe des x. Ainsi, si, dans le premier cas, on a cru démontrer que la vitesse de propagation du mouvement représenté par les équations (3) est égale à $\frac{S}{U}$, on devra regarder comme également démontré que cette vitesse peut aussi être considérée comme nulle, ou que le mouvement en question ne se propage pas, la propagation ayant ici la signification qu'on lui attribue généralement. Donc la vitesse de propagation d'un mouvement polarisé circulairement, et *considéré directement*, est, en effet, indéterminée.

» A l'appui de cette assertion, je pourrais faire voir qu'en raison de cette indétermination, la théorie de la réflexion totale établie par Fresnel peut être affranchie de la considération si obscure des imaginaires; mais cela m'entraînerait dans des développements complétement étrangers à l'objet spécial de cette Lettre. Je me contenterai d'ajouter encore quelques réflexions.

» Lorsqu'une surface de forme invariable se meut dans l'espace, son mouvement se compose, en général, d'un mouvement de translation et d'un mouvement de rotation. Pour déterminer ces deux mouvements, on cherchera le mouvement de transport à imprimer à l'origine, et le mouvement de rotation à imprimer aux axes des coordonnées, pour que l'équation de la surface rapportée à l'origine et aux axes mobiles devienne indépendante du temps. Cette marche est applicable en tous points à la détermination des lois de la propagation de certains mouvements vibratoires. Appliquons-la directement, par exemple, au mouvement vibratoire représenté par les équations (2), c'est-à-dire cherchons quel mouvement il faudrait imprimer à l'origine dans la direction de l'axe des x, et quel mouvement de rotation il faudrait imprimer aux axes des y et des z autour de l'axe des x, pour que les équations (2) devinssent indépendantes du temps. Si l'on désigne par x'

l'abscisse rapportée à l'origine mobile, et par η', ζ' les déplacements mesurés parallèlement aux mobiles, on aura

$$(6)\qquad \begin{cases} x = x' + \mathrm{T}, \\ \eta' = \eta \cos \mathrm{T}' - \zeta \sin \mathrm{T}', \\ \zeta' = \eta \sin \mathrm{T}' + \zeta \cos \mathrm{T}', \end{cases}$$

et les équations (2) deviendront :

$$\xi = 0,$$
$$\eta' = \mathrm{A}\{\cos[\mathrm{U}(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t + \mathrm{T}' + \lambda] + \cos[\mathrm{U}'(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t - \mathrm{T}' + \lambda']\},$$
$$\zeta' = \mathrm{A}\{\sin[\mathrm{U}(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t + \mathrm{T}' + \lambda] - \sin[\mathrm{U}'(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t - \mathrm{T}' + \lambda']\}.$$

Pour que ces équations soient indépendantes du temps, on devra avoir, quel que soit x' et quel que soit t,

$$\left.\begin{array}{l} \left(\mathrm{U}\dfrac{d\mathrm{T}}{dt} - \dfrac{d\mathrm{T}'}{dt} - \mathrm{S}\right)\sin[\mathrm{U}(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t + \mathrm{T}' + \lambda] \\ + \left(\mathrm{U}'\dfrac{d\mathrm{T}}{dt} - \dfrac{d\mathrm{T}'}{dt} - \mathrm{S}\right)\sin[\mathrm{U}'(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t - \mathrm{T}' + \lambda'] \end{array}\right\} = 0,$$

$$\left.\begin{array}{l} \left(\mathrm{U}\dfrac{d\mathrm{T}}{dt} - \dfrac{d\mathrm{T}'}{dt} - \mathrm{S}\right)\cos[\mathrm{U}(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t + \mathrm{T}' + \lambda] \\ - \left(\mathrm{U}'\dfrac{d\mathrm{T}}{dt} - \dfrac{d\mathrm{T}'}{dt} - \mathrm{S}\right)\cos[\mathrm{U}'(x' + \mathrm{T}) - \mathrm{S}t - \mathrm{T}' + \lambda'] \end{array}\right\} = 0;$$

ce qui ne saurait avoir lieu, à moins de supposer

$$\mathrm{U}\frac{d\mathrm{T}}{dt} + \frac{d\mathrm{T}'}{dt} - \mathrm{S} = 0,$$
$$\mathrm{U}'\frac{d\mathrm{T}}{dt} - \frac{d\mathrm{T}'}{dt} - \mathrm{S} = 0,$$

équations d'où l'on tire

$$\frac{d\mathrm{T}}{dt} = \frac{2\mathrm{S}}{\mathrm{U} + \mathrm{U}'}, \qquad \frac{d\mathrm{T}'}{dt} = \frac{\mathrm{S}(\mathrm{U}' - \mathrm{U})}{\mathrm{U} + \mathrm{U}'}.$$

Or, $\frac{d\mathrm{T}}{dt}$ est la vitesse de transport de l'origine, ou la vitesse de propagation. On retrouve donc ici le résultat auquel nous a conduit la considération de la surface de moindre visibilité. Je ne fais aucune observation sur la valeur de $\frac{d\mathrm{T}'}{dt}$, ou de la vitesse de rotation, et j'arrive directement au but que je me suis proposé.

» M. Cauchy, admettant la complète indépendance des mouvements partiels, a affirmé qu'après un nombre suffisant de réfractions successives, les deux mouvements, polarisés circulairement en sens inverses, doivent se séparer. De l'analyse précédente il résulterait, au contraire, que ces mouvements ne peuvent être considérés indépendamment l'un de l'autre, du moins en général, et que dès lors, dans les milieux actifs non cristallisés, ils ne se séparent pas. Les conséquences à déduire de cette dernière hypothèse me paraissent assez importantes pour que l'Académie veuille bien faire décider la question par voie d'expérience. »

ASTRONOMIE. — *Note relative au dernier passage de Mercure sur le disque du Soleil; par* M. **Le Verrier**.

« L'entrée de Mercure sur le disque du Soleil a été observée près d'Altona par MM. Schumacher et Petersen; à Marseille par M. Valz; à Genève par M. Plantamour.

» M. Schumacher a fait son observation avec M. Petersen $24^s,2$ à l'ouest d'Altona, et sous la latitude 53° 33′ 5″. Il avait quitté son observatoire, parce que la fumée de quelques fabriques, qu'on a établies dans ces dernières années dans son voisinage, rendent les observations du jour incertaines; leur réussite dépend de la direction du vent. Les circonstances atmosphériques n'étaient pas favorables; les bords du Soleil et de Mercure étaient très-ondulants. Le premier contact intérieur a été observé comme il suit :

Par M. Schumacher à	$5^h\ 20^m\ 20^s$	temps moyen du lieu de l'observation.
Par M. Petersen à...	$5^h\ 20^m\ 21^s$	

» M. Valz a vu l'entrée à $4^h\ 44^m\ 8^s,6$, temps moyen de Marseille; les circonstances atmosphériques étaient également peu propices.

» M. Plantamour fixe l'instant du premier contact interne à $4^h\ 47^m\ 22^s,3$, temps moyen de Genève; le temps était assez favorable.

» Pour comparer ces observations entre elles, je les réduis au méridien de Paris, et je les dépouille de la parallaxe: je trouve ainsi pour le temps du premier contact interne, vu du centre de la Terre :

Selon M. Schumacher...	$4^h\ 33^m\ 18^s$
Selon M. Petersen......	$4^h\ 33^m\ 19^s$
Selon M. Valz.........	$4^h\ 33^m\ 17^s$
Selon M. Plantamour...	$4^h\ 33^m\ 18^s$
Moyenne..........	$4^h\ 33^m\ 18^s$

Cet instant ayant été fixé par le calcul comme il suit :

Suivant mes calculs à. . . . . $4^h\ 33^m\ 36^s$,
Suivant l'Éphéméride de Berlin, à. . . . $4^h\ 32^m\ 1^s$,

on en conclut, pour l'excès du calcul sur les observations :

+ 18 secondes pour mes calculs ;
— 77 secondes pour l'Éphéméride de Berlin.

» Un écart de 18 secondes de temps rentre complétement dans l'ordre des erreurs que l'incertitude des Tables solaires ne permet pas d'éviter. Je l'ai déjà montré ailleurs : pour le faire voir ici, sans réplique, il me suffira de remarquer que si je n'avais pas pris la longitude du Soleil dans le *Nautical Almanac*, mais bien dans l'*Éphéméride de Berlin*, où elle est plus faible de 0″,85 de degré, l'erreur de mon annonce se serait trouvée réduite à 5 secondes de temps, pendant lesquelles le mouvement géocentrique de Mercure n'est que de 0″,13 de degré. »

MM. **Larocque**, **Prelier** et **Sellier** présentent des échantillons d'*acide sulfurique anhydre* et d'*acide sulfurique fumant*. Dans la Lettre qui accompagne cet envoi, ils prient l'Académie de vouloir bien se prononcer sur la qualité de ces produits dont l'industrie fait un emploi très-étendu, et que les procédés qu'ils ont inventés leur permettent de livrer à un prix fort inférieur à celui qu'ils conservaient jusqu'à présent dans le commerce. Comme il résulte des termes même de la Lettre, que le procédé n'est pas destiné à recevoir une entière publicité, les produits qu'on en obtient ne peuvent, d'après les règlements de l'Académie, devenir l'objet d'un Rapport.

M. **Arago** expose, d'après une communication verbale de M. *de Girard*, et d'après deux Lettres adressées, l'une par M. *de Tessan*, et l'autre par M. *Guillemin*, une nouvelle explication du rôle que joue la terre relativement à la circulation des courants dans les appareils de télégraphie électrique dont on fait maintenant l'essai. Il s'engage à ce sujet, entre plusieurs membres de l'Académie, une discussion sur laquelle nous n'insisterons pas aujourd'hui, la question devant être très-prochainement reprise.

M. **Aubert-Roche** écrit à l'occasion des modifications introduites récemment par l'Administration dans le régime des quarantaines, et prie de nouveau l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission à l'examen de

laquelle ont été renvoyées successivement ses diverses communications relatives à la question de la contagion et des mesures sanitaires. M. *le Président* invite la Commission à faire connaître son opinion le plus promptement possible.

M. **Delarue** adresse le tableau des observations météorologiques faites à Dijon, pendant le mois d'avril 1845.

L'Académie accepte le dépôt de cinq *paquets cachetés*, présentés par MM. **Chuard**, **Cordier**, **Junod**, **Laignel** et **Millon**.

La séance est levée à 5 heures et demie. A.

ERRATA. (Séance du 19 mai 1845.)

Page 1492, ligne 8, *au lieu de* ne partage pas cette opinion, *lisez :* ne se prononce pas sur cette opinion.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 20; in-4°.

Institut royal de France. — Académie royale des Sciences. — Funérailles de M. BRESCHET. — *Discours de* MM. ANDRAL *et* PARISET; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n°s 14 et 15; in-8°.

Clinique médico-chirurgicale du professeur LALLEMAND, *publiée par* M. H. KAULA; tome Ier; 1re partie; 1 vol. in-8°.

Traité des phénomènes électro-physiologiques des Animaux; par M. MATTEUCCI; *suivi d'études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la Torpille; par* M. P. SAVI; 1844; in-8°.

Anatomie des formes extérieures du Corps humain, à l'usage des peintres et des sculpteurs; par M. FAU; 1re partie; 1 vol. in-8°; avec atlas in-4°.

Histoire du Magnétisme, dont les phénomènes sont rendus sensibles par le mouvement; par M. DE HALDAT. Nancy, 1845; in-8°.

Agriculture. — Mémoire sur la Sologne; par M. A. BEAUVALLET; 1844; in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le Concours fondé par M. le baron DE MOROGUES.)

Notice scientifique sur les courants atmosphériques, contenant une classification complète de tous les vents; par M. GARRIGUE; in-8°.

Salubrité publique. — De l'éclairage au gaz étudié au point de vue économique et administratif, et spécialement de son action sur le corps de l'homme; par M. H. COMBES; in-16.

Annales forestières; mai 1845; in-8°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; mai 1845; in-8°.

Bulletin de la classe physico-mathématique de Saint-Pétersbourg; n°s 63 à 74; in-4°.

The Cambridge... *Journal de Mathématiques de Cambridge;* n°s 1 à 9; novembre 1837 à mai 1840; in-8°.

The medical Journal; n° 296.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 536; in-4°.

Collection de Mémoires de Mathématiques; par M. EISENSTEIN, de Berlin; *en allemand et en français;* 1 vol. in-4°.

Corsi... *Suite d'Observations météorologiques, faites dans la zone torride, à bord du vaisseau royal* le Vésuve, *dans l'année* 1843; *par* M. L. CHRÉTIEN. Naples, Imprimerie royale, 1844; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 21; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 59 à 61.

L'Écho du Monde savant; n°s 37 et 38; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Solution d'un problème relatif à l'ellipsoïde; par* M. LIOUVILLE.

« Dans la communication verbale que j'ai eu l'honneur de faire dernièrement à l'Académie (séance du 12 mai, *voyez* page 1386 de ce volume), j'ai dit qu'à l'aide de certaines formules auxquelles je suis arrivé, on résout sans peine pour un ellipsoïde quelconque le problème de M. Gauss relatif à la distribution sur la surface, d'une matière attractive ou répulsive, avec la condition que le *potentiel* ait en chaque point de la surface une valeur donnée. On m'a engagé depuis à entrer sur ce sujet dans quelques détails; je vais donc transcrire ici ma formule que j'emprunte, du reste, à une Note présentée il y a déjà longtemps au Bureau des Longitudes.

» Soient $d\omega$ un élément de la surface de l'ellipsoïde, et λ la densité de la distribution en ce point; désignons par Δ la distance de l'élément $d\omega$ à un autre élément quelconque $d\omega'$, pour lequel λ se change en λ'. D'après le sens que M. Gauss (après l'habile géomètre anglais G. Green) attache au mot *potentiel,* l'intégrale double

$$\iint \frac{\lambda' d\omega'}{\Delta}$$

exprimera la valeur du potentiel pour un point de $d\omega$. Il s'agit donc de déterminer λ de telle sorte qu'on ait

$$\iint \frac{\lambda' d\omega'}{\Delta} = Q,$$

Q étant une fonction donnée à volonté pour chaque élément $d\omega$.

» Bien qu'on puisse se passer, si l'on veut, des *coordonnées elliptiques* de M. Lamé, nous nous en servirons pour donner une forme plus nette et plus précise à la solution. Cela nous permettra d'ailleurs d'abréger cet article en adoptant tout d'abord les notations dont notre confrère a fait usage dans son Mémoire : *Sur l'équilibre des températures dans un ellipsoïde à trois axes inégaux* [*]. Mais aux fonctions E, E_1, E_2, que M. Lamé considère, et qui dépendent respectivement des trois variables ρ, ρ_1, ρ_2, nous ajouterons une quatrième fonction S, qui dépendra, comme E, de ρ seulement, et satisfera à la même équation différentielle que E ; en voici l'expression :

$$S = (2n+1) E \int_\rho^\infty \frac{d\rho}{E^2 \sqrt{(\rho^2 - b^2)(\rho^2 - c^2)}}.$$

De plus, nous représenterons par l le quotient obtenu en divisant par le produit $\rho\sqrt{\rho^2 - b^2}\sqrt{\rho^2 - c^2}$ des trois demi-axes de l'ellipsoïde qui nous occupe, la perpendiculaire abaissée du centre de cet ellipsoïde sur le plan tangent correspondant à l'élément $d\omega$. Cela posé, je trouve

$$\lambda = \frac{l}{4\pi} \sum \frac{(2n+1) E_1 E_2 \iint l Q E_1 E_2 \, d\omega}{E S \iint l E_1^2 E_2^2 \, d\omega},$$

le signe $\sum$ s'étendant à tous les couples E, E_1, E_2, S, c'est-à-dire aux valeurs successives 0, 1, 2, 3,..., de n, ainsi qu'aux valeurs de B qui répondent à chaque entier n. On peut mettre cette valeur de λ sous une autre forme en faisant intervenir le développement de Q suivant les produits $E_1 E_2$; soit

$$Q = \sum A E_1 E_2 ;$$

---

[*] *Journal de Mathématiques,* tome IV, page 126. Ajoutons toutefois que ces notations ne paraissent pas devoir être conservées; ainsi au lieu de ρ, ρ_1, ρ_2, E, E_1, E_2, je proposerais d'écrire respectivement ρ, μ, ν, R, M, N, réservant les indices pour distinguer entre elles les diverses fonctions R, ou les diverses fonctions M ou N.

on aura

$$\lambda = \frac{l}{4\pi}\sum \frac{(2n+1)\,\mathrm{A}\,\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{\mathrm{E}\,\mathrm{S}}.$$

Telle est la fonction λ pour laquelle

$$\iint \frac{\lambda' d\omega'}{\Delta} = \mathrm{Q}.$$

» Si l'on prend en particulier $\mathrm{Q} = \mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2$, et qu'on marque d'un accent les quantités qui se rapportent à l'élément $d\omega'$, il vient simplement

$$\iint \frac{l'\,\mathrm{E}'_1\,\mathrm{E}'_2\,d\omega'}{\Delta} = \frac{4\pi\,\mathrm{E}\,\mathrm{S}\,\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{2n+1},$$

formule élégante et très-digne de l'attention des géomètres. Dans cette formule, Δ désigne la distance d'un point de l'élément $d\omega'$ à un autre point situé sur le même ellipsoïde

$$\frac{x^2}{\rho^2} + \frac{y^2}{\rho^2 - b^2} + \frac{z^2}{\rho^2 - c^2} = 1.$$

Mais, s'il s'agissait de deux points $(\rho', \rho'_1, \rho'_2)$, (ρ, ρ_1, ρ_2), dont le premier appartiendrait encore à $d\omega'$, mais qui seraient (à cause de ρ différent de ρ') situés sur deux ellipsoïdes homofocaux différents, on aurait

$$\iint \frac{l'\,\mathrm{E}'_1\,\mathrm{E}'_2\,d\omega'}{\Delta} = \frac{4\pi\,\mathrm{E}'\,\mathrm{S}\,\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{2n+1}, \quad \text{pour} \quad \rho > \rho',$$

et

$$\iint \frac{l'\,\mathrm{E}'_1\,\mathrm{E}'_2\,d\omega'}{\Delta} = \frac{4\pi\,\mathrm{E}\,\mathrm{S}'\,\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{2n+1}, \quad \text{pour} \quad \rho < \rho'.$$

» Les démonstrations de ces divers résultats sont on ne peut plus simples. Ajoutons que le produit $\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2$ (ou si l'on veut $l\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2$) jouit de propriétés fort curieuses dont plusieurs se rapportent à des *maxima* et *minima*. Au reste, ces propriétés ne sont pas bornées à l'ellipsoïde, et encore moins tiennent-elles aux coordonnées que nous venons d'employer; elles s'étendent à des surfaces quelconques. On les déduit de la considération de certaines fonctions ζ ou ζ' relatives aux éléments $d\omega$ ou $d\omega'$ de la surface dont on s'occupe. En désignant par l ou l' la densité de la distribution d'une couche électrique en équilibre sur la surface, de telle sorte que Δ étant la distance de $d\omega$ à $d\omega'$,

on ait

$$\int\int \frac{l' d\omega'}{\Delta} = \text{constante},$$

les fonctions ζ, dont nous parlons, sont définies par des équations de la forme

$$\int\int \frac{l'\zeta' d\omega'}{\Delta} = m\zeta,$$

m étant une constante qui change lorsqu'on passe d'une des fonctions ζ à une autre.

» D'après l'étude que j'en ai faite, je n'hésite pas à regarder les fonctions ζ comme étant de la plus haute importance en analyse. Mais ce n'est pas incidemment qu'il convient de traiter ce sujet difficile. Je me propose d'y revenir bientôt dans une communication spéciale. »

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur des formules et des théorèmes remarquables, qui permettent de calculer très-facilement les perturbations planétaires dont l'ordre est très-élevé; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les principes généraux que j'ai posés dans de précédents articles, et surtout dans le Mémoire du 17 mars de cette année, fournissent, quand on les applique à l'astronomie, des résultats qui paraissent mériter l'attention des géomètres. Ces résultats seront l'objet spécial du présent Mémoire et de quelques autres que je me propose d'offrir plus tard à l'Académie. Les formules auxquelles je suis parvenu sont très-simples, et par cela même, très-propres au calcul des perturbations planétaires. Pour donner une idée des avantages que peut offrir leur emploi dans les calculs astronomiques, je vais énoncer ici deux théorèmes remarquables qui se déduisent immédiatement de ces formules.

» Considérons le système de deux planètes m, m', et la fonction perturbatrice relative à ce système, ou plutôt la partie R de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à la distance des deux planètes. On calculera aisément les perturbations périodiques de la planète m, si l'on a d'abord développé la fonction R suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes, ou même les anomalies excentriques, le développement qu'on obtient dans le premier cas pouvant aisément se déduire de celui qu'on obtiendrait dans le second, à l'aide des transcendantes de M. Bessel. Cherchons, en particulier, le premier

développement, et concevons qu'il s'agisse d'obtenir un terme correspondant à des perturbations d'un ordre élevé, c'est-à-dire un terme correspondant à des puissances très-élevées des deux exponentielles. Ce terme sera évidemment connu, si l'on en connaît une valeur particulière correspondante à des valeurs particulières données des deux anomalies moyennes. Or on obtiendra sans peine une telle valeur en opérant comme il suit.

» Construisons une *surface auxiliaire* qui ait pour abscisses rectangulaires les deux anomalies moyennes, et pour ordonnée z le carré de leur distance mutuelle. Supposons, d'ailleurs, qu'après avoir mené un plan tangent à cette surface par un point donné P, on cherche, sur le plan tangent, un autre point S qui ait pour abscisses les deux abscisses du point P augmentées de deux nombres entiers n' et n. Par la droite PS faisons passer un plan normal à la surface, projetons sur l'axe des z le rayon de courbure de la section normale ainsi obtenue, et concevons que la moitié de la projection algébrique de ce rayon de courbure soit substituée, dans la fonction perturbatrice, au carré de la distance mutuelle des deux planètes. Enfin, multiplions le résultat ainsi trouvé par le rapport de la distance des deux points P et S à la circonférence dont le rayon est l'unité. Le produit auquel on parviendra sera une nouvelle fonction des anomalies moyennes, que nous appellerons *la fonction auxiliaire* et qui renfermera, outre ces anomalies, les deux nombres entiers n', n. Cela posé, on peut énoncer la proposition suivante :

» 1er *Théorème*. Concevons que l'on développe la fonction perturbatrice relative au système de deux planètes m, m', ou plutôt la partie de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à leur distance mutuelle, en une série ordonnée suivant les puissances entières de deux variables x, x' représentées par les exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes. Cherchons d'ailleurs, dans le développement ainsi formé, un terme proportionnel à des puissances très-élevées, l'une négative, l'autre positive, de ces deux variables, les exposants des deux puissances étant, aux signes près, n et n'. Le terme dont il s'agit deviendra sensiblement égal à la fonction auxiliaire, pour un système particulier de valeurs imaginaires des deux variables x, x', savoir, pour des valeurs imaginaires qui, en réduisant à zéro la distance mutuelle de deux planètes, réduiront le module du rapport qu'on obtient en divisant l'unité par le produit des deux puissances, à un module principal.

» Il est bon d'observer que l'expression analytique de la fonction auxiliaire peut être présentée sous une forme très-simple. En effet, pour obtenir cette

fonction auxiliaire, il suffit de diviser par la circonférence dont le rayon est l'unité le résultat qu'on obtient lorsque dans la fonction perturbatrice on substitue, au carré de la distance mutuelle des deux planètes, la moitié de la différentielle seconde de ce même carré, différentié deux fois de suite par rapport aux anomalies moyennes, après avoir remplacé, dans cette différentielle seconde, les différentielles des anomalies moyennes des planètes m et m', par les nombres entiers n' et n.

» Ajoutons que l'on peut, sans inconvénient, remplacer tout à la fois dans la construction de la surface auxiliaire, dans la fonction auxiliaire et dans le théorème énoncé, les anomalies moyennes des deux planètes par leurs anomalies excentriques.

» Comme l'ont remarqué les géomètres, les termes qu'il importe surtout de calculer, parce qu'ils peuvent fournir des perturbations sensibles, sont ceux qui répondent au cas où les nombres entiers n, n' sont à très-peu près en raison inverse des moyens mouvements des deux planètes. En supposant cette condition remplie, on obtient, outre le premier théorème, un second théorème qui paraît digne de remarque et dont voici l'énoncé :

» 2e *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le 1er théorème, cherchons dans le développement de la fonction perturbatrice, un terme dans lequel les exposants n, n' soient à très-peu près en raison inverse des moyens mouvements μ, μ' des deux planètes. Alors, pour obtenir la fonction auxiliaire, il suffira de multiplier le rapport de μ à n' par le rapport du rayon à la circonférence, et par la valeur que prend la fonction perturbatrice quand on y remplace le carré de la distance des deux planètes par la moitié de la dérivée seconde de ce carré différentié deux fois de suite par rapport au temps.

» On peut observer que, dans ce dernier cas, les équations simultanées desquelles on doit tirer les valeurs imaginaires des anomalies moyennes, se réduisent, à très-peu près, aux deux équations qu'on obtient quand on égale à zéro la distance mutuelle des deux planètes, et la dérivée première de cette distance différentiée par rapport au temps.

» Les propositions que je viens d'énoncer réduisent, comme on le voit, le calcul des perturbations d'un ordre élevé à la résolution d'équations simultanées qui doivent être vérifiées par des valeurs imaginaires des variables. Il importait donc d'obtenir un moyen facile de calculer les racines imaginaires de plusieurs équations simultanées. J'ai été assez heureux pour trouver une méthode générale et rigoureuse qui permet d'évaluer immédiate-

ment ces racines, en réduisant leur recherche à la résolution d'équations simultanées du premier degré. Cette méthode sera indiquée succinctement dans le dernier paragraphe du présent Mémoire.

ANALYSE.

§ Ier. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice.*

» Soient, au bout du temps t,

v la distance de deux planètes m, m';
T, T' leurs anomalies moyennes;
ψ, ψ' leurs anomalies excentriques.

» La fonction perturbatrice, relative à la planète m, offrira un terme proportionnel à $\frac{1}{v}$. On pourra d'ailleurs développer ce terme suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

ou bien encore suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}};$$

et, si l'on nomme

$$A_{n',n} \quad \text{ou} \quad \mathcal{A}_{n',n}$$

le coefficient de

$$e^{(n'T'+nT)\sqrt{-1}} \quad \text{ou de} \quad e^{(n'\psi'+n\psi)\sqrt{-1}}$$

dans le développement de $\frac{1}{v}$, on aura, d'une part,

$$\frac{1}{v} = \Sigma\Sigma\, A_{n',n}\, e^{(n'T'+nT)\sqrt{-1}}, \tag{1}$$

d'autre part,

$$\frac{1}{v} = \Sigma\Sigma\, \mathcal{A}_{n',n}\, e^{(n'\psi'+n\psi)\sqrt{-1}}, \tag{2}$$

les sommes qu'indiquent les signes Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulles et négatives de n et de n'.

» Ajoutons que, sans altérer les formules (1) et (2), on pourra évidemment

y changer le signe de n ou de n'. On pourra donc aux équations (1) et (2) substituer les suivantes :

$$(3)\qquad \frac{1}{r} = \Sigma\Sigma\, A_{n',-n}\, e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}},$$

$$(4)\qquad \frac{1}{r} = \Sigma\Sigma\, \mathcal{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}},$$

les sommes qu'indiquent les signes Σ s'étendant toujours à toutes les valeurs entières positives, nulles et négatives de n et de n'.

» Faisons maintenant, pour abréger,

$$\mathcal{R} = r^2,$$

et

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}}.$$

On aura, en conséquence,

$$(5)\qquad \frac{1}{r} = \mathcal{R}^{-\frac{1}{2}},$$

et la formule (3) donnera simplement

$$(6)\qquad \frac{1}{r} = \Sigma\Sigma\, A_{n',-n}\, x^{-n} x'^{n'}.$$

Supposons d'ailleurs que, n, n' étant positifs, on attribue à x, x' des valeurs imaginaires qui, en réduisant la distance r à zéro, et par suite x' à une fonction de x, réduisent le module du rapport

$$\frac{1}{x^{-n}x'^{n'}} = x^n x'^{-n'}$$

à un module principal minimum. Les valeurs imaginaires correspondantes des anomalies moyennes T, T' vérifieront les deux équations simultanées

$$(7)\qquad \mathcal{R} = 0, \quad n'\,D_T\mathcal{R} + n\,D_{T'}\mathcal{R} = 0;$$

et en attribuant à T, T' ces mêmes valeurs, puis à n et n' des valeurs positives très-considérables, on déduira aisément des principes établis dans la séance du 17 mars dernier une valeur très-approchée du terme qui, dans le

développement de $\frac{1}{v}$, est proportionnel à l'exponentielle

$$e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même, au produit

$$x^{-n}x'^{n'}.$$

On trouvera ainsi

$$(8)\qquad A_{n',-n}\,e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}} = \frac{1+\alpha}{2\pi}\left(\frac{n'^2 D_T^2 \mathfrak{R} + 2nn' D_T D_{T'} \mathfrak{R} + n^2 D_{T'}^2 \mathfrak{R}}{2}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

α étant infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de n et de n'.

» Si, au contraire, on assigne à ψ, ψ' des valeurs imaginaires qui, en réduisant v à zéro, réduisent le module de l'exponentielle

$$e^{(n\psi - n'\psi')\sqrt{-1}},$$

considérée comme fonction des variables $e^{\psi\sqrt{-1}}$, $e^{\psi'\sqrt{-1}}$, à un module principal minimum, ces valeurs imaginaires vérifieront les équations simultanées

$$(9)\qquad \mathfrak{R} = 0,\quad n' D_\psi \mathfrak{R} + n D_{\psi'} \mathfrak{R} = 0;$$

et, en attribuant à ψ, ψ' ces mêmes valeurs, puis à n et à n' des valeurs positives très-considérables, on trouvera

$$(10)\qquad \mathcal{A}_{n',-n}\,e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}} = \frac{1+\alpha}{2\pi}\left(\frac{n'^2 D_\psi^2 \mathfrak{R} + 2nn' D_\psi D_{\psi'} \mathfrak{R} + n^2 D_{\psi'}^2 \mathfrak{R}}{2}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

α étant infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de n et de n'.

» Il est bon d'observer que, si l'on nomme ε, ε' les excentricités des orbites décrites par les planètes m, m', on aura

$$T = \psi - \varepsilon \sin\psi,\quad T' = \psi' - \varepsilon' \sin\psi',$$

et, par suite,

$$e^{-nT\sqrt{-1}} = e^{-n\psi\sqrt{-1}}\,e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}},\quad e^{n'T'\sqrt{-1}} = e^{n'\psi'\sqrt{-1}}\,e^{-n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}}.$$

Lorsque, n, n' étant de grands nombres, les excentricités ε, ε' sont assez

petites pour que les produits

$$n\varepsilon, \quad n'\varepsilon'$$

n'aient pas des valeurs considérables, on peut en dire autant des deux exponentielles

$$e^{n\varepsilon \sin\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{-n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}},$$

qui offrent des arguments proportionnels à ces produits; et alors une valeur très-approchée de $A_{n',-n}$ peut se déduire de la formule (10) jointe à la suivante,

$$(11) \quad A_{n',-n}\, e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}} = \mathcal{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}}(1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon\cos\psi').$$

» Les valeurs de $A_{n',-n}$ auxquelles correspondent des perturbations sensibles des planètes m et m', sont principalement celles qu'on obtient dans le cas où le rapport des nombres entiers n, n' est à très-peu près égal, non pas au rapport direct des moyens mouvements μ et μ' des deux planètes, mais au rapport inverse, en sorte qu'on ait sensiblement

$$(12) \qquad \frac{n'}{n} = \frac{\mu}{\mu'}.$$

Or, comme on a rigoureusement

$$(13) \qquad \mu \mathrm{D}_T \mathfrak{R} + \mu' \mathrm{D}'_{T'} \mathfrak{R} = \mathrm{D}_t \mathfrak{R},$$

et

$$(14) \qquad \mu \mathrm{D}_T^2 \mathfrak{R} + 2\mu\mu' \mathrm{D}_T \mathrm{D}_{T'} \mathfrak{R} + \mu'^2 \mathrm{D}_{T'}^2 \mathfrak{R} = \mathrm{D}_t^2 \mathfrak{R},$$

il est clair que, dans le cas dont il s'agit, on pourra remplacer la formule (8) par la suivante,

$$(15) \qquad A_{n',-n}\, e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}} = \frac{1+\alpha}{2\pi}\,\frac{\mu}{n'}\left(\frac{1}{2}\mathrm{D}_t^2\mathfrak{R}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

α étant toujours infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de n et de n'.

» Ajoutons que, dans le même cas, les valeurs imaginaires de T, T', tirées des équations (7), seront très-voisines des valeurs T, T' déterminées par les

formules

(16) $$\mathfrak{R} = 0, \quad D_t \mathfrak{R} = 0.$$

Néanmoins, on ne pourra pas toujours les substituer les unes aux autres, quand il s'agira d'évaluer les produits

$$nT, \quad n'T',$$

et de fixer par suite la valeur de l'exponentielle

$$e^{(n'T' - nT)\sqrt{-1}}.$$

En effet, pour obtenir une valeur très-approchée du produit nT par exemple, il est nécessaire de conserver, dans T, les quantités de l'ordre du rapport $\frac{1}{n}$.

» Il est aisé de s'assurer que le premier membre de chacune des équations (7), (9) se réduit à une fonction algébrique et rationnelle des deux exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

Par suite, la résolution des deux équations (7) ou des deux équations (9) peut être réduite à la résolution d'une seule équation dont le premier membre soit une fonction entière d'une seule de ces exponentielles.

» Remarquons encore que la résolution des équations (7) fournira généralement non pas un seul système, mais plusieurs systèmes de valeurs imaginaires des exponentielles

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}}.$$

D'ailleurs ces systèmes seront conjugués deux à deux, de telle sorte que, dans le passage de l'un de ces systèmes au système conjugué, chacune des expressions imaginaires x, x' conserve le même argument, en prenant un module inverse; et, pour éviter des calculs inutiles, il conviendra de se borner à rechercher celui de ces systèmes qui, étant substitué dans la formule (8), fournira la valeur approchée de $A_{n',-n}$. Or, en vertu des principes exposés dans la séance du 17 mars, la fonction $\mathfrak{R}$ devra évidemment rester continue, tandis que les modules des expressions imaginaires

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}},$$

primitivement égaux à l'unité, varieront et se rapprocheront indéfiniment des modules des valeurs de x, x', déterminées par les équations (7). Il en résulte que, parmi les différentes valeurs de x, x' propres à vérifier ces équations, on devra chercher seulement celles qui offriront les modules les plus voisins de l'unité. Deux systèmes conjugués de valeurs de x, x' satisferont à cette dernière condition; et un seul de ces deux systèmes, savoir, celui que fournira pour le produit

$$x^n x'^{-n'},$$

un module inférieur à l'unité, offrira les valeurs de x et de x', ou plutôt de T et de T', qui devront être substituées dans la formule (8).

» Observons d'ailleurs, 1° que le module de x ou de x' se rapprochera de l'unité, lorsque dans T ou dans T' le coefficient de $\sqrt{-1}$ se rapprochera de zéro; 2° que le module du produit

$$x^n x'^{-n'}$$

sera inférieur à l'unité, lorsque dans la différence

$$nT - n'T'$$

le coefficient de $\sqrt{-1}$ sera positif.

§ II. — *Sur la résolution des équations simultanées.*

» L'emploi des formules générales que nous avons établies dans le paragraphe précédent exige la résolution d'équations simultanées, par exemple la détermination de valeurs imaginaires de T, T' propres à vérifier les équations (7). D'ailleurs, en vertu des remarques faites à la fin de ce paragraphe, on devra résoudre ces équations de manière que les modules des exponentielles

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}}$$

se rapprochent le plus possible de l'unité, et que le produit $x^n x'^{-n'}$ offre un module inférieur à l'unité. Enfin, en négligeant dans un premier calcul certaines quantités, par exemple les excentricités des deux orbites, ou l'une des excentricités et l'inclinaison, lorsque ces quantités sont très-petites, on peut obtenir facilement des valeurs approchées des variables x, x' assujetties à vérifier les équations (7). On pourra ensuite achever la détermination des ra-

cines cherchées à l'aide d'une méthode générale qui fournit la résolution d'un système quelconque d'équations algébriques ou transcendantes, et que je vais indiquer en peu de mots.

» Soient

$$u,\ v,\ w,\ldots$$

n fonctions de n variables

$$x,\ y,\ z,\ldots;$$

et supposons que ces fonctions restent continues, du moins pour des modules de $x, y, z,\ldots$ compris entre certaines limites. Soient encore

$$\mathrm{u},\ \mathrm{v},\ \mathrm{w},\ldots$$

les valeurs particulières de $u, v, w,\ldots$ correspondantes à certaines valeurs réelles ou imaginaires

$$\mathrm{x},\ \mathrm{y},\ \mathrm{z},\ldots$$

des variables $x, y, z,\ldots$, les modules de $\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z},\ldots$ étant renfermés entre les limites dont il s'agit, et nommons

$$\Delta\mathrm{u},\ \Delta\mathrm{v},\ \Delta\mathrm{w},\ldots$$

les accroissements de $\mathrm{u}, \mathrm{v}, \mathrm{w},\ldots$ correspondants à certains accroissements

$$\Delta\mathrm{x},\ \Delta\mathrm{y},\ \Delta\mathrm{z},\ldots$$

de $\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z},\ldots$. Enfin, désignons par

$$\mathrm{u}_1,\ \mathrm{v}_1,\ \mathrm{w}_1,\ldots,$$

par

$$\mathrm{u}_2,\ \mathrm{v}_2,\ \mathrm{w}_2,\ldots,$$

puis par

$$\mathrm{u}_3,\ \mathrm{v}_3,\ \mathrm{w}_3,\ldots,$$

etc..., des fonctions entières de $\Delta\mathrm{x}, \Delta\mathrm{y}, \Delta\mathrm{z},\ldots$ qui soient respectivement du premier, du second, du troisième degré, et qui représentent les termes des divers ordres dans les développements de $\Delta\mathrm{u}, \Delta\mathrm{v}, \Delta\mathrm{w},\ldots$ fournis par la série de Taylor, en sorte qu'on ait, par exemple,

$$(1)\qquad \begin{cases} \mathrm{u}_1 = D_x\mathrm{u}\,\Delta\mathrm{x} + D_y\mathrm{u}\,\Delta\mathrm{y} + \ldots, \\ \mathrm{v}_1 = D_x\mathrm{v}\,\Delta\mathrm{x} + D_y\mathrm{v}\,\Delta\mathrm{y} + \ldots, \\ \quad\text{etc.} \end{cases}$$

Alors, pour de très-petits modules des accroissements Δx, Δy, $\Delta z, \ldots$, on aura rigoureusement

$$(2) \qquad \begin{cases} \Delta u = u_1 + u_2 + u_3 + \ldots, \\ \Delta v = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots, \\ \quad \text{etc.}, \end{cases}$$

et, à très-peu près,

$$(3) \qquad \Delta u = u_1, \quad \Delta v = v_1, \ldots.$$

Cela posé, concevons qu'il s'agisse de trouver des valeurs de x, y, $z, \ldots$ propres à résoudre les équations simultanées

$$(4) \qquad u = 0, \quad v = 0, \quad w = 0, \ldots.$$

S'il existe de telles valeurs qui diffèrent peu de x, y, z,..., on devra les obtenir en attribuant à x, y, z,... certains accroissements Δx, Δy, $\Delta z, \ldots$, choisis de manière à vérifier rigoureusement les équations

$$(5) \qquad u + \Delta u = 0, \quad v + \Delta v = 0, \quad w + \Delta w = 0, \ldots,$$

et, approximativement, eu égard aux formules (3), les équations

$$(6) \qquad u + u_1 = 0, \quad v + v_1 = 0, \quad w + w_1 = 0, \ldots.$$

Ces dernières équations seront du premier degré par rapport aux accroissements

$$\Delta x, \ \Delta y, \ \Delta z, \ldots.$$

Nommons

$$\xi, \ \eta, \ \zeta, \ldots$$

les valeurs qu'elles fournissent pour ces mêmes accroissements. Si, en posant

$$(7) \qquad x = x + \xi, \quad y = y + \eta, \quad z = z + \zeta, \ldots,$$

on obtient pour

$$u + \Delta u, \quad v + \Delta v, \quad w + \Delta w, \ldots,$$

des expressions dont les modules soient inférieurs à ceux de u, v, w,...; alors,

en passant des valeurs de x, y, z,..., représentées par x, y, z,..., aux nouvelles valeurs représentées par $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$,..., on aura fait un pas vers la résolution des équations (4). Dans le cas contraire, on devra aux valeurs

$$x+\xi,\quad y+\eta,\quad z+\zeta,\ldots$$

substituer des valeurs de la forme

$$x+\theta x,\quad y+\theta y,\quad z+\theta z,\ldots,$$

θ désignant un nombre inférieur à l'unité, et réduire successivement le facteur θ aux divers termes de la progression géométrique

$$\tfrac{1}{2},\ \tfrac{1}{4},\ \tfrac{1}{8},\ldots,$$

jusqu'à ce qu'aux valeurs de x, y, z,..., représentées par

$$x+\theta\xi,\quad y+\theta\eta,\quad z+\theta\zeta,\ldots,$$

correspondent des modules de

$$u+\Delta u,\quad v+\Delta v,\quad w+\Delta w,\ldots,$$

respectivement inférieurs aux modules de

$$u,\quad v,\quad w,\ldots.$$

Or, c'est ce qui finira nécessairement par arriver; car, puisqu'en posant

$$\Delta x=\xi,\quad \Delta y=\eta,\quad \Delta z=\zeta,\ldots,$$

on aura, en vertu des formules (6),

$$(8)\qquad u_{1}=-u,\quad v_{1}=-v,\quad w_{1}=-w,\ldots,$$

et, par suite,

$$(9)\qquad \begin{cases}\xi D_x u+\eta D_y u+\ldots=-u,\\ \xi D_x v+\eta D_y v+\ldots=-v,\end{cases}$$

il est clair qu'en posant

$$(10)\qquad \Delta x=\theta\xi,\quad \Delta y=\theta\eta,\quad \Delta z=\theta\zeta,\ldots,$$

on tirera des formules (1)

(11) $$u_1 = -\theta u, \quad v_1 = -\theta v, \ldots.$$

Or, en vertu de ces dernières équations, jointes aux formules (5), on aura

(12) $$\left\{\begin{array}{l} u + \Delta u = (1-\theta)\,u + u_2 + u_3 + \ldots, \\ v + \Delta v = (1-\theta)\,v + v_2 + v_3 + \ldots, \\ \quad + \text{etc.}\ldots; \end{array}\right.$$

et comme, eu égard aux équations (10),

$$u_2, \quad v_2, \quad w_2, \ldots$$

seront proportionnels à θ^2,

$$u_3, \quad v_3, \quad w_3, \ldots$$

proportionnels à θ^3, etc..., on conclura des formules (12) que, pour de très-petites valeurs positives de θ, le module de $u + \Delta u$ deviendra inférieur à celui de u, le module de $v + \Delta v$ inférieur à celui de v,....

» En résumé, quelles que soient les valeurs de x, y, z,..., représentées par x, y, z,..., on pourra modifier ces valeurs par une première opération, de manière à faire décroître le module du premier membre de chacune des équations (4). Une seconde opération, semblable à la première, fera décroître encore les mêmes modules; et, ce décroissement n'ayant pas de terme, du moins tant que les fonctions proposées ne cessent pas d'être continues, on finira par résoudre ainsi les équations (4).

» Lorsque les équations proposées se réduisent à une seule, les équations (6) ou (9) se réduisent à la seule formule

(13) $$\xi D_x u = -u,$$

de laquelle on tire

(14) $$\xi = -\frac{u}{D_x u}.$$

Cette dernière équation n'est autre que la formule donnée par Newton comme propre à fournir des valeurs approchées successives d'une racine réelle d'une équation donnée. Alors aussi la méthode que nous avons ex-

posée s'éloigne peu de celle que Legendre a donnée pour la résolution approximative d'une seule équation, dans la dernière édition de la *Théorie des nombres.* Seulement, afin d'obtenir une règle positive de calcul, il nous a paru nécessaire de fixer avec précision les valeurs qu'il convenait d'attribuer successivement au nombre θ. L'indication de ces valeurs, omise par Legendre, vient en aide au calculateur embarrassé de savoir comment il devait opérer pour passer, sans beaucoup de peine, d'une première à une seconde valeur approchée de la racine x.

» La marche indiquée ne pourrait plus être suivie si, parmi les valeurs de

$$\mathrm{u}_1, \quad \mathrm{v}_1, \quad \mathrm{w}_1, \ldots,$$

déterminées par les équations (1), une ou plusieurs devenaient identiquement nulles, indépendamment des valeurs attribuées à

$$\Delta\mathrm{x}, \quad \Delta\mathrm{y}, \ldots.$$

Alors, toutefois, on pourrait encore modifier la méthode de manière à obtenir la résolution des équations (4). Supposons, pour fixer les idées, que, le nombre des variables $x, y, \ldots$ étant réduit à deux, une ou plusieurs des expressions

$$\mathrm{u}_1, \mathrm{u}_2, \ldots,$$

et même une ou plusieurs des expressions

$$\mathrm{v}_1, \mathrm{v}_2, \ldots,$$

deviennent identiquement nulles, u_l étant dans la suite $\mathrm{u}_1, \mathrm{u}_2, \ldots,$ et v_m dans la suite $\mathrm{v}_1, \mathrm{v}_2, \ldots,$ les premiers termes qui ne se réduisent pas identiquement à zéro. Alors, pour déterminer les valeurs de Δx, Δy ci-dessus représentées par ξ et η, on devra recourir non plus aux équations

$$\mathrm{u} + \mathrm{u}_1 = 0, \quad \mathrm{v} + \mathrm{v}_1 = 0,$$

mais aux deux suivantes

$$(15) \qquad \mathrm{u} + \mathrm{u}_l = 0, \quad \mathrm{v} + \mathrm{v}_m = 0.$$

Or, la recherche des valeurs de Δx, Δy propres à vérifier simultanément les formules (15), pourra être réduite à la recherche des valeurs de $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ qui véri-

fieront la seule équation

$$\left(-\frac{u_l}{u}\right)^m = \left(-\frac{v_m}{v}\right)^l,$$

ou même la seule équation

$$(16) \qquad \left(-\frac{u_l}{u}\right)^{\frac{m}{d}} = \left(-\frac{v_m}{v}\right)^{\frac{l}{d}},$$

d étant le plus grand commun diviseur des nombres entiers l, m. Donc la résolution des deux équations simultanées

$$u = 0, \quad v = 0,$$

dépendra, dans le cas d'exception indiqué, de la résolution de la seule équation (16). On pourra d'ailleurs appliquer à cette dernière équation la méthode relative au cas où l'on considère une seule variable. Ajoutons que l'équation (16) pourra être résolue directement en termes finis, si le plus petit des nombres entiers, divisibles par l et par m, ne surpasse pas le nombre 4. »

M. **Arago** annonce qu'on a acquis, pour la bibliothèque de l'Institut, la copie que Lahire avait faite, de l'ouvrage actuellement perdu, de Desargues, sur les *Sections coniques*. Les quatre feuilles in-folio du même auteur, concernant la coupe des pierres, viennent aussi d'être découvertes et achetées. Il est permis d'espérer que les *Brouillons* relatifs à la gnomonique et à la perspective pourront être retrouvés. En tout cas, il ne sera pas impossible de les reproduire, à très-peu près.

M. Arago croit donc pouvoir demander à l'Académie, de nommer une Commission qui proposerait les moyens les plus prompts et les plus convenables de livrer au public des travaux dont Pascal, Fermat et Descartes faisaient un très-grand cas.

Cette proposition est agréée.

La Commission sera composée de MM. Arago, Élie de Beaumont, Poncelet, Sturm, Liouville, et Chasles, correspondant.

M. **Arago** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du Rapport qu'il a fait à la Chambre des Députés, au nom de la Commission chargée de l'examen du projet de loi tendant à accorder une pension annuelle et viagère à M. *Vicat*, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

RAPPORTS.

ZOOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Blanchard, *relatif à l'organisation d'un parasite marin voisin des Sangsues.*

(Commissaires, MM. Valenciennes, Milne Edwards rapporteur.)

« Dans la séance du 5 mai dernier, l'Académie nous a chargés, M. Valenciennes et moi, de l'examen d'un Mémoire intitulé : *De l'organisation d'un animal nouveau appartenant au sous-embranchement des vers,* par M. E. Blanchard, aide naturaliste au Muséum.

» L'animal dont ce jeune zoologiste a étudié la structure semble, au premier abord, ne devoir offrir que peu d'intérêt; c'est une sorte de Sangsue qui habite la mer, et qui se loge sous le manteau d'un mollusque acéphale du genre Mye. Par sa forme générale, ce ver ne diffère que peu d'un parasite décrit, il y a cinquante ans, par Othon-Frederick Muller, et mentionné plus récemment par notre savant confrère M. de Blainville, comme type de la petite division générique des Malacobdelles. Si les caractères extérieurs des animaux traduisaient toujours fidèlement le mode de constitution des parties fondamentales de l'économie, il est donc probable que les observations de M. Blanchard n'auraient ajouté aucun fait important à l'histoire des Hirudinées; mais, convaincu de l'insuffisance des résultats fournis par la seule considération des formes générales, notre jeune naturaliste a voulu connaître la structure intérieure de son ver, pour la comparer à celle déjà bien connue des Sangsues ordinaires, et il est arrivé ainsi à la découverte d'un fait anatomique dont l'intérêt nous semble considérable.

» Effectivement, M. Blanchard a constaté que, chez cet animal, dont la forme extérieure est, à peu de chose près, celle d'une Sangsue, le système nerveux ne ressemble au système nerveux d'aucune Hirudinée connue. Dans les Sangsues, de même que dans toutes les Annélides ordinaires, l'appareil nerveux se compose, comme on le sait, d'une chaîne de petits ganglions occupant la ligne médiane, et accolés à la partie ventrale de la grande cavité viscérale. Dans l'animal à forme de sangsue, étudié par M. Blanchard, il n'existe rien de semblable, et c'est le long des flancs, à droite et à gauche du tube digestif, que se trouvent les centres nerveux. Vers l'extrémité antérieure du corps on voit, de chaque côté de l'œsophage, un ganglion arrondi qui peut être considéré comme le représentant d'une moitié de la masse médullaire située dans la tête des animaux articulés, et désignée

d'ordinaire sous le nom de *cerveau*. Une commissure longue et étroite unit entre eux ces ganglions, en passant au-dessus du canal digestif; mais les cordons qui partent de ces mêmes ganglions pour se diriger en arrière, ne se réunissent pas au-dessous de ce tube, et ne forment pas un collier autour de l'œsophage, comme cela a lieu chez les sangsues et chez tous les articulés; ils restent éloignés l'un de l'autre jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, et paraissent même ne pas être unis au moyen de commissures; enfin, ils ne présentent, dans la plus grande partie de leur longueur, que des vestiges de ganglions, et c'est seulement dans la partie correspondante à la ventouse anale que ces centres nerveux se montrent de nouveau d'une manière bien distincte.

» Cette disposition du système nerveux est très-remarquable et ressemble beaucoup à ce que le rapporteur avait déjà observé dans le genre Péripate; mais chez ce dernier ver, la constitution du reste de l'économie s'éloigne extrêmement de tout ce que M. Blanchard a constaté chez le parasite des Myes. On peut trouver aussi quelque analogie entre le système nerveux de ces divers animaux annelés et celui des Némertes, telle que l'a représentée M. de Quatrefages, ou celui des Linguatules, décrit par MM. Owen et Miram; mais les Péripates et l'animal étudié par M. Blanchard diffèrent encore de ceux-ci par leur forme extérieure autant que par les autres caractères tirés de leur organisation intérieure, et par conséquent, il en faut conclure que la concordance entre cette forme et la constitution de l'appareil qui préside à tous les actes de la vie animale, n'est pas aussi constante qu'on le suppose généralement.

» Tel est le principal résultat obtenu par M. Blanchard. Il a fait connaître aussi la disposition de l'appareil digestif et a signalé quelques particularités relatives aux organes de la génération; enfin, il a examiné les rapports naturels de son ver avec les autres Annelés et il propose de le considérer comme type d'un genre nouveau auquel il a donné le nom de *Xenistum*. Si le *Hirudo grossa* de Muller ressemble aux autres Hirudinées par sa structure aussi bien que par sa forme, cette division zoologique devra être adoptée; mais, s'il en était autrement, il faudrait appliquer au parasite étudié par M. Blanchard le nom générique de Malacobdelle, déjà employé par M. de Blainville pour désigner la sangsue des Myes; peut-être même trouvera-t-on que le *Xenistum Valenciennæi* et le *Hirudo grossa* ne devront pas être séparés spécifiquement. Dans une Note additionnelle à son Mémoire, M. Blanchard discute ce point et signale les différences qui existent entre le *Xenistum* et ce dernier Annélide, tel que Muller le décrit et le figure; mais dans l'état actuel de nos

connaissances relatives à l'organisation des Malacobdelles, cette question peut laisser quelque incertitude, et d'ailleurs elle n'offre à nos yeux qu'un faible intérêt; car il importe peu que le catalogue des animaux annelés compte une espèce nouvelle de plus ou de moins, et dans tous les cas, M. Blanchard aura eu le mérite de nous avoir fait connaître un mode d'organisation dont on n'avait pas encore d'exemple dans la famille des Sangsues. Vos Commissaires ont l'un et l'autre vérifié les principaux faits anatomiques signalés par l'auteur; ils en ont reconnu l'exactitude, et par conséquent ils ont l'honneur de proposer à l'Académie d'approuver les recherches de M. Blanchard et d'engager ce jeune naturaliste à profiter de la première occasion pour compléter son travail par de nouvelles observations sur l'appareil de la circulation et sur la génération du ver dont il nous a fait connaître le système nerveux. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Rapport sur la singulière aptitude d'un enfant de six ans et demi pour le calcul.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Liouville, Francœur, Andral, Cauchy, rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés de constater le singulier phénomène que présente un enfant de six ans et demi, le jeune Prolongeau. L'aptitude de cet enfant pour le calcul est véritablement extraordinaire. Ainsi que nous en avons acquis la certitude, en lui adressant un grand nombre de questions, il résout de tête, avec beaucoup de facilité, les problèmes qui se rattachent aux opérations ordinaires de l'arithmétique, et à la résolution des équations du premier degré.

» Les Commissaires, après avoir longtemps examiné le jeune Prolongeau, restent persuadés qu'il convient de cultiver avec discernement ses heureuses facultés, et que ceux qui seront chargés de diriger son instruction doivent éviter, pendant plusieurs années encore, de l'appliquer trop fortement à l'étude des sciences mathématiques. Ils croient qu'on fera sagement de ne pas vouloir cueillir trop tôt des fruits qui, selon toute apparence, réaliseront les espérances qu'on a conçues, si l'on a la patience d'attendre qu'ils parviennent à leur maturité.

» Au reste, les Commissaires se plaisent à exprimer hautement l'intérêt que leur a inspiré le jeune Prolongeau doué, avant l'âge de sept ans, d'une intelligence précoce, et d'une étonnante facilité pour le calcul. Ils espèrent que cet intérêt sera partagé par tous les amis des sciences. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur les étoiles filantes ; par* M. COULVIER-GRAVIER. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans la deuxième partie de son Mémoire, l'auteur s'occupe des directions des étoiles filantes. Voici la distribution de 1000 de ces météores relativement aux seize espaces angulaires dans lesquels il partage l'horizon, en allant dans le sens nord, est, sud, ouest : 74, 90, 82, 91, 114, 86, 70, 79, 63, 34, 29, 28, 33, 28, 35, 64; ce qui montre qu'il vient beaucoup plus d'étoiles de l'est que de l'ouest, et à peu près autant du nord que du sud.

» L'auteur pense que la différence entre le nombre des étoiles observées dans les deux directions est et ouest est due au double mouvement de la terre.

» Il y a des variations mensuelles assez difficiles à déterminer. En hiver, l'influence du sud est la plus grande possible ; en été c'est l'influence du nord qui se fait sentir. Quant à l'influence de l'est, elle est la plus faible en été, et la plus forte au printemps et en automne.

» Les variations horaires sont plus marquées. Les directions nord sont les plus nombreuses vers minuit, et le moins le matin. Quant à l'est, il y en a le plus le matin, et le moins le soir. Du sud, il y en a le plus souvent le matin; enfin de l'ouest, il y en a le plus le soir.

» Dans la troisième partie de son Mémoire, l'auteur s'occupe d'abord des grandeurs des étoiles filantes; il nomme *globe filant* tout météore qui présente un disque sensible, et réserve le nom d'*étoiles filantes* aux météores qui ont un aspect analogue à celui des étoiles fixes et des planètes. Il les appelle de première grandeur quand elles ont l'éclat de Vénus ou de Jupiter; de deuxième grandeur, quand elles ressemblent aux étoiles fixes de première grandeur; et ainsi de suite. Sur 5302 météores, l'auteur a compté 8 globes filants et 80 étoiles filantes de première grandeur; d'où il suit que si aucun obstacle ne s'y opposait, un observateur verrait 1 globe filant par semaine, et 1 étoile filante de première grandeur par nuit de onze heures.

» En général, les étoiles filantes ont la même teinte que les étoiles fixes. Quelquefois cette couleur passe au jaune, puis au bleuâtre et au verdâtre, à mesure que le météore s'approche de l'horizon.

» Parmi tous ces météores, il y en a de rouges, qui marchent avec lenteur, qui ont une forme globuleuse, analogue à celle d'une bille de billard colorée en rouge. L'auteur pense qu'elles jouent un rôle particulier. Il en

distingue enfin d'autres qui s'éteignent au plus fort de leur éclat, comme si elles venaient à se plonger dans une masse d'eau.

» Quant aux traînées que quelques étoiles laissent derrière elles, ces traînées ne peuvent être comparées à de la fumée, mais plutôt à une pluie d'étincelles analogue à celle des fusées. La traînée commence et finit toujours avec l'étoile qui l'a produite, mais elle persiste une ou deux secondes après la disparition de cette étoile. Quelquefois l'étoile se brise en fragments, qui font suite à la traînée, et qui s'évanouissent presque aussitôt. Jamais aucune étoile n'a fait entendre de bruit, soit qu'elle reste simple, soit qu'elle produise une traînée ou qu'elle se brise en fragments.

» En général, la marche des étoiles filantes est rectiligne, ou mieux suivant un arc de grand cercle. L'auteur en a vu 15 dont la marche a été curviligne.

» A la fin de son travail, l'auteur a donné un catalogue des étoiles filantes les plus remarquables, avec l'indication des caractères qu'elles ont présentés. Avant de passer à la partie théorique, il annonce des recherches historiques sur ce sujet. »

M. Ottin lit un Mémoire ayant pour titre : *Essais de physique organique humaine et comparée*, ou *Nouveau système d'études et de recherches physico-mathématiques sur l'homme et les propriétés physiques des corps organisés.*

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Serres, Poncelet et Lamé.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches sur la salicine; par* M. Piria. (Extrait.)

« Dans l'état actuel de la chimie, on peut partager les substances organiques en deux classes bien distinctes. Les unes, douées d'une grande stabilité et très-souvent volatiles, ont une composition assez simple et ressemblent aux composés binaires de la chimie minérale; les autres, fixes et douées d'une composition plus complexe, s'altèrent avec une grande facilité par l'action des réactifs : elles correspondent aux sels, ou plutôt aux sels doubles. Une différence très-essentielle qui existe entre ces deux classes de corps, et sur laquelle je désire attirer l'attention des chimistes, est celle qui découle de la manière dont ils se comportent sous l'influence des agents chimiques.

» Les corps de la première catégorie, en se décomposant, donnent tou-

jours des produits uniques et qui, par des relations très-intimes, se rattachent à la substance même qui leur a donné naissance. Les alcools, les acides acétique, benzoïque, butyrique, la benzine et presque tous les hydrogènes carbonés, la glycérine, etc., fournissent des exemples frappants de ce genre d'actions.

» Quand il s'agit, au contraire, d'une substance complexe et qui renferme des corps d'une composition plus simple en combinaison, elle donne, en se décomposant, les produits qui résultent de l'action des mêmes réactifs sur ses principes constituants. En soumettant une matière grasse à l'action décomposante des bases, des acides, des agents oxydants, de la distillation, on obtient toujours deux séries de produits dont l'une dérive de l'acide gras, l'autre de la glycérine. L'acide formo-benzoïlique, en se décomposant dans une foule de réactions, donne toujours les dérivés de l'acide formique et de l'essence d'amandes amères. En un mot, les matières d'une composition simple produisent toujours une seule série de dérivés dans leurs métamorphoses. Les matières complexes, au contraire, engendrent autant de produits différents qu'elles renferment de substances organiques simples en combinaison.

» L'étude des métamorphoses des corps organiques peut, par conséquent, nous éclairer beaucoup sur leur constitution intime, car elles sont pour les recherches de chimie organique ce que les réactions sont pour celles de chimie minérale.

» C'est par des considérations de ce genre que j'avais été conduit il y a longtemps à regarder la salicine comme une combinaison de deux matières différentes qui, en se modifiant sous l'influence des réactifs, produisent les corps nombreux qui résultent de sa décomposition. On sait, en effet, que la salicine traitée par l'acide nitrique concentré se change en acide carbazotique et en acide oxalique, par les acides dilués en salirétine et en sucre, par la potasse fondante en acide salycilique et en acide oxalique, par l'acide chromique en salycile, en acide carbonique et en acide formique. Or, le corps qui, sous l'influence des acides faibles, se change en salirétine, ne saurait en même temps produire du sucre de raisin. Celui qui, par l'action de la potasse fondante, se convertit en acide oxalique, n'est pas le même qui fournit l'acide salycilique, etc. Tout cela conduit à admettre que la salicine renferme deux principes de nature différente dont l'un produit l'acide oxalique, le sucre, les acides carbonique et formique; l'autre l'acide carbazotique, la salirétine, l'hydrure de salycile.

» Ces motifs m'ont engagé à reprendre l'étude de la salicine, dans l'es-

poir d'établir sa véritable constitution et d'éclaircir l'origine et le mode de formation des nombreux produits qui en dérivent. Les faits dont je vais rendre compte suffiront, je l'espère, pour résoudre ces questions d'une manière satisfaisante.

» En examinant de nouveau et dans toutes ses phases la métamorphose de la salicine sous l'influence des acides, je me suis bientôt aperçu que la salirétine ne dérive pas immédiatement de la décomposition de la salicine; elle est, au contraire, un produit d'altération qui résulte de l'action prolongée de l'acide libre sur une nouvelle matière qui est mise en liberté au premier abord.

» En effet, si, au lieu de faire bouillir une solution aqueuse de salicine aiguisée par de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, on la chauffe seulement assez pour qu'elle commence à se troubler, et qu'on s'arrête dès que ce phénomène commence à se manifester, on obtient un liquide qui, étant saturé par du marbre et filtré, colore en bleu très-intense les sels de peroxyde de fer. Le corps nouvellement formé, qui est cause de cette réaction, est soluble dans l'éther et peut être enlevé, au moyen de ce liquide, à sa dissolution aqueuse. L'éther, à son tour, l'abandonne en cristaux nacrés par l'évaporation. Je donne à ce corps le nom de *saligénine,* pour rappeler son origine.

» Les faits dont se compose l'histoire de la salicine, quoique très-nombreux, ont néanmoins des relations si intimes, qu'on peut dès lors les résumer en peu de mots.

» La salicine est une combinaison naturelle du sucre de raisin et de saligénine; la saligénine, à son tour, est une matière qui s'altère très-facilement par le contact des agents chimiques. Les acides faibles la transforment en salirétine, l'acide sulfurique concentré en rutiline, l'acide nitrique en acide carbazotique, les corps oxydants en hydrure de salycile, la potasse fondante en acide salycilique.

» Quand on soumet la salicine à l'action d'un agent quelconque, deux cas peuvent se présenter : 1° si l'agent est assez énergique pour décomposer en même temps la saligénine et le sucre, on obtient les produits de l'altération de ces deux matières, comme si on opérait sur un mélange de saligénine et de sucre de raisin; 2° si, au contraire, on fait usage d'un agent faible, c'est la saligénine seulement qui se décompose et le sucre reste intact, mais il se combine avec la saligénine modifiée. Ainsi le chlore convertit la salicine, d'abord en chlorosalicine, ensuite en bichlorosalicine; enfin en perchlo-

rosalicine. Ce sont des combinaisons de sucre avec la saligénine où le chlore a remplacé 1, 2, 3 équivalents d'hydrogène.

» L'acide nitrique faible change la salicine en hélicine.

» Celle-ci résulte de la combinaison du sucre de la salicine avec l'hydrure de salycile provenant de l'oxydation de la saligénine. Quand on soumet l'hélicine à l'action du chlore ou du brome, l'hydrure de salycile qu'elle renferme se convertit en chlorure et bromure de salycile. Ces produits, en se combinant avec le sucre, donnent naissance à la chlorohélicine et à la bromohélicine.

» Enfin, toutes ces combinaisons de la saligénine ou de ses dérivés avec le sucre se décomposent rapidement au contact des acides et de la synaptase.

» On peut ranger dans quatre séries différentes tous les produits qui dérivent de la métamorphose de la salicine.

Série saligénique, comprenant la saligénine et les dérivés du même type.	Saligénine	$C^{14} H^{8} O^{4}$
	Chlorosaligénine	$C^{14} H^{7} Ch O^{4}$
	Bichlorosaligénine	$C^{14} H^{6} Ch^{2} O^{4}$
	Perchlorosaligénine	$C^{14} H^{5} Ch^{3} O^{4}$
Série glucosaligénique, comprenant les combinaisons du sucre de raisin ou glucose, avec les corps de la série précédente.	Saligénine	$C^{14} H^{6} O^{4}$
	Sucre	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Salicine	$C^{26} H^{18} O^{14}$
	Chlorosaligénine	$C^{14} H^{7} Ch O^{4}$
	Sucre	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Chlorosalicine	$C^{26} H^{17} Ch O^{14}$
	Bichlorosaligénine	$C^{14} H^{6} Ch^{2} O^{4}$
	Sucre	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Bichlorosalicine	$C^{26} H^{16} Ch^{2} O^{14}$
	Perchlorosaligénine	$C^{14} H^{5} Ch^{3} O^{4}$
	Sucre	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Perchlorosalicine	$C^{28} H^{15} Ch^{3} O^{14}$
Série salycilique, comprenant l'hydrure de salycile et ses dérivés.	Hydrure de salycile	$C^{14} H^{6} O^{4}$
	Chlorure de salycile	$C^{14} (H^{5} Ch) O^{4}$
	Bromure de salycile	$C^{14} (H^{5} Br) O^{4}$
	Acide salycilique	$C^{14} (H^{5} O) O^{4}$
	Salycilures métalliques	$C^{14} (H^{5} M) O^{4}$
	Nitrosalycide	$C^{14} H^{5} Az O^{6}$
	Salycilimide	$C^{42} H^{16} Az^{2} O^{6}$
	Chlorosamide	$C^{42} (H^{15} Ch^{3}) Az^{2} O^{6}$
	Bromosamide	$C^{42} (H^{15} Br^{3}) Az^{2} O^{6}$
	Salycilamide	$C^{14} H^{7} Az O^{4}$

Série glucosalycilique, comprenant les combinaisons du sucre avec certains composés de la série précédente.	Hydrure de salycile.	$C^{14}\ H^{6}\ O^{4}$
	Sucre	$C^{12}\ H^{10}\ O^{10}$
	Hélicine.	$C^{26}\ H^{16}\ O^{14}$
	Chlorure de salycile.	$C^{14}\ H^{5}\ Ch\ O^{4}$
	Sucre.	$C^{12}\ H^{10}\ O^{10}$
	Chlorohélicine	$C^{20}\ H^{15}\ Ch\ O^{14}$
	Bromure de salycile.	$C^{14}\ H^{5}\ Br\ O^{4}$
	Sucre.	$C^{12}\ H^{10}\ O^{10}$
	Bromohélicine	$C^{26}\ H^{15}\ Br\ O^{14}$

» Dans un prochain Mémoire, je décrirai les acides azotés qui dérivent de l'acide de l'action nitrique sur la salicine. »

CHIMIE. — *Sur le pouvoir moléculaire rotatoire de la salicine et de ses dérivés; par* M. **Bouchardat.**

« Le pouvoir moléculaire rotatoire de la salicine est de $\alpha_r = -55,832$ ↖. Les observations qui ont servi à établir cette détermination sont insérées dans le *Compte rendu de l'Académie des Sciences* du 19 février 1844.

» J'ai lu, le 23 septembre 1844, un Mémoire sur les fermentations benzoïque, saligénique et phorétinique; ce travail est entre les mains des Commissaires de l'Académie. Voici les passages de ce Mémoire qui se rapportent aux recherches sur le pouvoir moléculaire rotatoire des dérivés de la salicine.

» Une dissolution de salicine déviant de $-9°$ ↖ les rayons de la lumière polarisée fut additionnée de quelques traces de synaptase, le mélange a été abandonné pendant vingt-quatre heures à une température de 20 degrés environ, examinée dans le même tube de 500 millimètres; le sens de la rotation est changé, c'est vers la droite qu'elle s'exerce; j'ai observé $+6°$ ↗. Cette liqueur fut épuisée à plusieurs reprises par de l'éther sulfurique, qui abandonna par son évaporation la substance indiquée par M. Piria dans son beau travail.

» $5^{gr},7$ de saligénine furent dissous dans $94^{gr},3$ d'alcool. La dissolution, examinée dans un tube de 500 millimètres, fut trouvée inactive.

» La solution aqueuse évaporée fournit du sucre mamelonné (glucose), tournant à droite, non intervertible par les acides.

» La fermentation saligénique présente les plus grands rapports avec la fermentation benzoïque.

» La multiplication plus grande des produits obtenus dans cette dernière

tient uniquement à la présence de l'azote dans l'amygdaline; d'après cette vue, la salicine ne devrait pas être regardée comme une combinaison de glucose et de saligénine, pas plus que l'amygdaline n'est considérée comme une combinaison de glucose, d'hydrure de benzoïle, d'acide cyanhydrique et d'acide formique, et que le glucose lui-même n'est regardé comme une combinaison d'alcool et d'acide carbonique. Dans la salicine, il existe les éléments pour produire le glucose, mais ce dernier ne préexiste pas. Voici les raisons qu'on peut faire valoir en faveur de cette opinion.

» Lorsqu'on fait bouillir du glucose avec une solution alcaline, il y a une coloration brune immédiate, avec la salicine, on ne remarque rien de pareil, à moins qu'elle n'ait été influencée par la synaptase. Le réactif de Frommeherz, qui est d'une si grande sensibilité pour découvrir le glucose, n'en accuse aucune trace dans la salicine, avant l'action de la synaptase.

» Je dois ajouter encore que la saligénine étant sans action sur la lumière polarisée, que le glucose qui dérive de la salicine exerçant la rotation vers la droite, si le glucose préexistait dans cette dernière, il serait naturel de penser que la salicine devrait agir dans le même sens que ce glucose; eh bien, l'observation montre qu'il agit dans la direction opposée.

» Voici l'extrait de mon Mémoire sur les propriétés optiques de l'amygdaline, de l'acide amygdalique et des produits résultant de l'action des bases alcalines fixes sur la salicine, présenté à l'Académie des Sciences en décembre 1844, qui se rapporte à ce dernier objet.

» L'hydrure de salycile a été, comme on le sait, découvert par M. Piria en faisant agir sur la salicine le bichromate de potasse sous l'influence de l'acide sulfurique étendu; ce produit est identique, comme M. Dumas, l'a montré avec l'essence de reine des prés, et présente de grandes analogies avec l'hydrure de benzoïle.

» J'ai vu que, comme ce dernier corps, il n'exercait aucune influence sur la lumière polarisée; l'hydrure de salicine que j'ai examiné, provenait de l'oxydation de la salicine.

» L'acide salycilique a été obtenu par M. Piria en chauffant de l'hydrure de salycile avec un excès de potasse. M. Gerhardt a vu qu'on obtenait également cet acide en substituant la salicine à l'hydrure de salycile. En variant cette expérience, voici ce que j'ai observé : dans une solution de soude caustique bouillante, j'ai ajouté par portion de la salicine, qui s'y dissolvait immédiatement avec effervescence. L'acide étant saturé, il s'est déposé une substance, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans les alcalis caustiques, se présentant sous l'apparence d'une résine; cette

substance est la salirétine; en distillant les liqueurs saturées, j'ai obtenu quelques traces d'hydrure de salycile. Cette expérience nous prouve qu'à l'aide des alcalis caustiques, on peut transformer la salicine en salirétine, en hydrure de salycile, en acide salycilique, produits qui avaient été obtenus soit par l'action des acides, soit par une réaction oxydante.

» La salirétine, l'acide salycilique, de même que l'hydrure de salycile et la saligénine, sont sans influence sur la lumière polarisée; jusqu'ici, je n'ai observé du dédoublement de la salicine active qu'un seul produit exerçant la rotation; c'est le glucose. »

(Ces deux communications sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Biot, Dumas et Regnault.)

PHYSIQUE. — *Note sur l'élasticité et sur la cohésion des différentes espèces de verre; par* MM. E. Chevandier *et* G. Wertheim. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Arago, Babinet, Regnault.)

« On n'a encore fait que peu de recherches sur les propriétés mécaniques du verre, à cause, sans doute, du petit nombre d'applications auxquelles ces résultats auraient pu servir; nous n'avons trouvé, à cet égard, d'autres nombres que ceux qui résultent des expériences de MM. Colladon et Sturm et de Savart.

» MM. Colladon et Sturm donnent, pour le coefficient d'élasticité d'une baguette de verre de provenance inconnue, le nombre 10 000. Nous avons de même calculé les nombres résultant des expériences de Savart; ils varient de 6009 à 6055. Les différences ne sont pas moindres pour la vitesse du son dans le verre. D'après Savart, elle varie de 15,39 à 16,28; d'après Chladni, elle serait de 17.

» Mais ces auteurs ont négligé d'indiquer l'espèce de verre sur laquelle ils ont opéré, et le degré de précision du calibrage des verges qu'ils ont employées. Cette dernière considération est de la plus grande importance dans ces expériences; car nous avons constaté, dès le commencement de nos recherches, que les verges rondes et étirées, que l'on emploie ordinairement, présentent des différences suffisantes pour expliquer le désaccord des résultats cités plus haut.

» En effet, nous avons fait tirer des verges de verre à vitre et de verre à glace de 10 à 12 mètres de longueur; nous avons choisi dans ces verges les morceaux les plus réguliers de 1 à 2 mètres de longueur; dix de ces morceaux de verre à vitre nous ont donné, pour la vitesse du son, des nombres va-

riant entre 14,75 et 17,19. Six tringles pareilles en verre à glace nous ont donné de même des nombres compris entre 14,04 et 17,41.

» Pour reconnaître si ces différences étaient dues au calibrage, nous avons converti une partie de ces verges rondes en tringles carrées parfaitement régulières au moyen de machines d'une grande précision qui étaient à notre disposition. Nous sommes arrivés ainsi à des résultats qui ne varient plus entre eux, pour le verre à vitre, que de 16,58 à 16,76, et, pour le verre à glace, de 15,70 à 16,02.

» Nous devons faire observer que, pour calibrer ainsi des verges de verre, il est indispensable de les recuire préalablement, ce qui, du reste, offre cet avantage de les mettre, lorsque l'opération est faite avec soin, dans des conditions identiques relativement à la vitesse de refroidissement. Nous avons profité de cette circonstance pour reconnaître l'influence du recuit sur la densité et l'élasticité du verre.

» La méthode que nous avons employée dans ces recherches est, à peu de chose près, la même qu'a décrite précédemment l'un de nous, dans ses Mémoires sur les propriétés mécaniques des métaux et des alliages.

» Après avoir déterminé la densité de chaque verge, avant et après le recuit, nous en avons pris le nombre de vibrations longitudinales, et en avons déduit la vitesse du son et le coefficient d'élasticité, à l'aide des formules connues. Nous avons cherché ensuite à arriver à la même détermination au moyen de l'allongement produit par une certaine charge, et mesuré avec le cathétomètre. Mais la roideur du verre, la difficulté qu'on éprouve à fixer les tringles dans une position parfaitement verticale, et la petitesse de l'allongement élastique qu'elles peuvent subir, rendent ces expériences très-difficiles....

» Il y a un fait intéressant que nous avons été à même d'observer pendant l'étude des vibrations longitudinales, c'est la facilité avec laquelle se produit, dans le verre, l'octave grave du son qui appartient à la verge vibrant dans toute sa longueur. Ce son, qui est dû, suivant Savart, à la coexistence des vibrations longitudinales et transversales, se produit souvent avec une telle intensité, que les verges se rompent, même dans les parties que l'on ne touche pas, par l'effet seul des vibrations....

» Nos expériences ont porté sur vingt-six verges parfaitement dressées et calibrées, de différentes longueurs et épaisseurs, et de différentes compositions.

» Elles nous ont donné, en moyenne, les nombres suivants :

ESPÈCES DE VERRE.	DENSITÉ avant le recuit.	après le recuit.	VITESSE du son.	COEFFICIENT d'élasticité.	RÉSISTANCE à la rupture par extension.
Verre à vitre de la manufacture de Saint-Quirin	2,517	2,523	16,698	7917	1,763
Verre à glace de la manufacture de Cirey	2,454	2,467	15,899	7015	1,400
Verre à gobleterie non coloré, de la manufacture de Valérysthal	2,446	2,450	15,805	6890	1,002
Cristal blanc et coloré de la manufacture de Baccarat	3,320	3,324	12,099	5477	0,665

» Voici les conclusions que nous croyons pouvoir tirer de nos expériences :

» 1°. La densité de toutes les espèces de verre augmente en moyenne de 1,0045 par l'effet du recuit. Cela pourra peut-être servir à expliquer la différence du même ordre, trouvée par M. Deville, entre la densité d'une lave vitreuse et celle du verre qui a été obtenu en la fondant ; car le refroidissement de la lave peut être regardé comme très-lent, en comparaison de celle d'une petite quantité de verre.

» 2°. Le coefficient d'élasticité augmente en même temps que la densité.

» 3°. Pour une même espèce de verre, les nombres de vibrations longitudinales sont exactement en raison inverse des longueurs.

» Cette loi, qui a été mise en doute par quelques auteurs, nous semble bien constatée par nos expériences faites sur une matière aussi homogène que le verre, et sur des verges assez longues pour donner des sons relativement graves et faciles à déterminer avec précision.

» 4°. Les allongements conduisent à des coefficients d'élasticité moindres que ceux qui résultent des vibrations.

» 5°. Il n'y a de différence ni pour la densité ni pour l'élasticité du verre, qu'il ait été étiré ou coulé, pourvu qu'il ait été recuit.

» 6°. Les différentes espèces de verre se suivent dans le même ordre qu'on les range d'après leur coefficient d'élasticité, ou d'après leur résistance à la rupture.

» On a été conduit par la pratique, et sans connaître leurs propriétés mécaniques, à choisir pour les vitres, qui ont quelquefois un certain effort à

subir, le verre le plus élastique et le plus dur, et, pour les glaces, celui qui le suit de près; tandis qu'on a adopté pour les objets de moindre dimension des verres qui possèdent ces propriétés à un degré moins élevé.

» 7°. Le plomb diminue notablement l'élasticité et la cohésion du verre; il agit donc sur les verres comme sur les alliages.

» 8°. La coloration du verre ordinaire en violet par le manganèse augmente son élasticité; au contraire, pour le cristal, la coloration en violet, en bleu et en vert par le manganèse, le cobalt et le cuivre, n'en change pas sensiblement les propriétés mécaniques. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelle observation sur l'action que la salive exerce sur les granules de fécule, à la température du corps des animaux mammifères, et sur l'état dans lequel se trouve l'amidon dans les graines céréales après leur mastication;* par M. LASSAIGNE.

(Commission précédemment nommée.)

» Des nouveaux faits rapportés dans ce Mémoire l'auteur conclut :

» 1°. Que l'amidon ou fécule, dans l'état d'agrégation où il existe dans les aliments qui en contiennent, n'est point altéré par la salive à la température du corps des animaux mammifères;

» 2°. Que dans l'acte de la mastication des graines céréales amylacées, l'amidon n'est point désagrégé par les dents des animaux, comme quelques physiologistes l'avaient supposé, et que, conséquemment, ce principe ne peut être transformé en dextrine dans la série des actions organiques qui précèdent la digestion stomacale et intestinale;

» 3°. Que dans le cheval, sur lequel l'expérience a été faite, la métamorphose de l'amidon en dextrine ne peut avoir lieu, non-seulement parce que dans l'avoine mâchée et déglutie, les globules d'amidon sont intacts, mais parce que, fussent-ils même déchirés et broyés par les dents molaires, la salive de cet animal ne pourrait réagir sur leur substance intérieure, ainsi que le fait la salive humaine;

» 4°. Que la salive humaine qui n'a aucune action sur l'amidon cru et en granules, à la température de + 38 degrés centigrades, agit même à la température de + 18 à + 20 degrés sur l'amidon désagrégé; qu'elle convertit en moins de douze heures son amidone partie en *dextrine*, partie en *glucose*, en conservant aux téguments déchirés qui formaient son enveloppe, la propriété de se colorer encore en bleu-violet par l'iode;

» 5°. Que chez l'homme qui se nourrit d'aliments féculents cuits ou fer-

mentés et cuits, l'amidon renfermé dans ceux-ci doit éprouver, de la part de la salive sécrétée pendant leur mastication, une partie des effets rapportés dans le paragraphe qui précède, indépendamment de l'action dissolvante que ce liquide a sur les autres principes naturellement solubles dans l'eau. »

M. B. Pavia adresse, de Locate, près de Milan, un échantillon de *valérianate de quinine*, provenant de l'établissement qu'il a formé pour la préparation de ce médicament. Il annonce qu'au moyen d'un procédé différent de celui que recommande le prince L. Lucien Bonaparte, il est parvenu à obtenir à bas prix, et dans un état de pureté parfaite, l'acide valérianique dont il fait usage pour salifier l'alcali végétal.

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

M. Maison adresse la description et le modèle d'un instrument qu'il désigne sous le nom de *Trigonomètre*, instrument au moyen duquel on peut, sans calcul, effectuer par approximation diverses opérations de trigonométrie et d'arithmétique.

(Commissaires, MM. Mathieu, Francœur, Mauvais.)

M. Sardaillon soumet au jugement de l'Académie une série de *pièces d'anatomie artificielle*, destinée spécialement à l'étude des phénomènes de la gestation et de l'accouchement, et représentant toute la série des changements qu'éprouve l'utérus, depuis l'époque de la conception jusqu'au moment de la sortie du fœtus.

(Commissaires, MM. Serres, Roux, Velpeau.)

MM. Boyer et Massias envoient de Nîmes divers échantillons de *gravures*, en bois et en taille-douce, *transportées sur pierre*, au moyen d'un procédé qu'ils considèrent comme nouveau et comme plus parfait que ceux qui ont été jusqu'ici essayés.

(Commissaires, MM. Chevreul, Pelouze, Seguier.)

M. Colson, de Noyon, en adressant, pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire sur l'emploi de la *suture entortillée* dans le traitement des plaies succédant à l'extirpation des tumeurs du sein et de l'aisselle, y joint, pour se conformer à la condition imposée par l'Académie aux concur-

rents, un exposé de ce qu'il considère comme devant fixer particulièrement l'attention de la Commission; il y joint, en outre, une observation nouvelle, qui doit tendre, comme celles que l'on trouve consignées dans le Mémoire imprimé, à prouver la supériorité de l'emploi de la suture entortillée, pour les cas ci-dessus indiqués, sur celui des bandelettes agglutinatives et sur le pansement à plat, qui sont les deux moyens de traitement employés en pareils cas.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Léon Dufour**, un Mémoire imprimé ayant pour titre : *Études anatomiques et physiologiques sur les insectes diptères de la tribu des Pupipares.*

M. **Flourens** présente, également au nom des auteurs, un ouvrage de M. **Rathke** sur la *génération des Crustacés*, et un Exposé fait par M. le professeur **Rogers**, à la réunion annuelle des géologues américains (année 1844), des *travaux les plus récents concernant la géologie des États-Unis.*

M. **Liouville** présente, au nom de l'auteur, M. **Ernest Lamarle**, ingénieur des Ponts et Chaussées, et professeur à l'Université de Gand, un ouvrage intitulé : *Essai sur les principes fondamentaux de l'analyse transcendante, suivi des Éléments du calcul différentiel résumés à un point de vue purement algébrique.* Il s'exprime à peu près en ces termes : « M. Lamarle est bien connu de l'Académie par divers travaux, et en particulier par un Mémoire *sur la flexion des pièces chargées debout*, dont elle a ordonné l'insertion dans le Recueil des *Savants étrangers.* Le nouvel ouvrage qu'il donne aux géomètres a surtout pour objet, comme son titre l'indique, l'étude approfondie des premiers principes de l'analyse transcendante et de la métaphysique qui les éclaire et les domine. D'après le talent de l'auteur, élève distingué de l'École Polytechnique, on doit être assuré d'y trouver des remarques utiles pour l'enseignement, et des discussions philosophiques instructives pour les savants eux-mêmes, qui parfois négligent trop cette partie importante de la science. »

M. **Milne Edwards** fait de même hommage à l'Académie, au nom des auteurs, d'un Mémoire de M. **Owen**, sur les *Mammifères fossiles de l'Aus-*

tralie, et en général sur ceux de la période tertiaire, et d'un travail développé de M. Costa sur la structure de l'*Amphioxus*.

CÉRAMIQUE. — *Sur la préparation d'un jaune fusible à mêler pour la peinture sur porcelaine; par* M. Salvetat, attaché au laboratoire des recherches de la Manufacture royale de porcelaine de Sèvres.

« La peinture sur porcelaine diffère essentiellement de la peinture à l'huile par ses moyens et par ses méthodes. Au talent de composition et d'exécution, l'artiste doit joindre une longue expérience, une connaissance profonde des modifications que la cuisson nécessaire pour fixer son œuvre peut amener dans la nuance de quelques couleurs, surtout dans celle des couleurs d'or.

» L'harmonie est une condition importante qu'un long exercice de leur art put seul faire acquérir à Mme Jaquotot et à MM. Béranger, Georget, Robert, etc.; mais même les plus belles de leurs premières productions manquent de ce glacé uniforme qui séduit dans les travaux plus récents qu'ils exécutèrent aidés des ressources du jaune fusible dont je vais parler.

» La difficulté d'arriver à satisfaire à la première de ces conditions résulte de la réaction qu'exercent les uns sur les autres, à la température où la peinture se fixe, les différents éléments qui entrent dans la composition des couleurs, réactions qui se manifestent par des changements peu sensibles, il est vrai, pour des yeux peu exercés, mais trop réels pour échapper au véritable artiste. Le peintre qui possède son art connaît les couleurs qui peuvent se mélanger. Du reste, il est possible que la chimie parvienne un jour à augmenter encore le nombre des principes simples ou composés, assez réfractaires pour conserver, même dans les mélanges, le ton qu'ils ont avant la cuisson.

» Quant à la condition d'un glacé bien uniforme, la composition des couleurs vitrifiables semble y mettre obstacle, au moins pour les couvertes composées de pegmatite pure.

» Je dis pour les couvertes composées de pegmatite seulement; car les porcelaines de Berlin, sur lesquelles les couleurs glacent si uniformément, ont une couverte particulière, fort différente de celle de Sèvres.

» Le glacé d'une couleur dépend en grande partie de la proportion de l'oxyde relativement à celle du fondant avec lequel il est mêlé. Quand il y a assez de fondant pour que la couleur glace dans les parties minces, les parties où l'on emploie la couleur épaisse peuvent se détacher par écailles; s'il n'y a

de fondant que ce qu'il en faut pour que la couleur n'écaille plus à une certaine épaisseur, les minces restent mats et secs. Il est ensuite certains oxydes qui, comme ceux de fer, disparaissent quand ils sont mêlés à une certaine quantité de fondant.

» J'espère que l'Académie me pardonnera d'être entré dans ces détails, mais j'ai cru devoir les lui exposer, pour faire ressortir l'avantage de la couleur dont je lui présente la composition, et pour faire apprécier les services qu'elle a dû rendre à l'art de la peinture vitrifiable lorsqu'elle parut avec toutes les qualités qui en font l'une des plus importantes et des plus difficiles à obtenir.

» En effet, cette couleur, connue à Sèvres sous le *n° 47*, *jaune pour les chairs*, doit être assez fusible pour augmenter la fusibilité de celles qui ne brillent bien qu'à une certaine épaisseur; elle doit se mélanger avec elles en leur donnant du corps et en les atténuant sans les modifier autrement que par le ton qu'elle porte elle-même; elle doit enfin être le plus pâle possible.

» C'est à la Manufacture royale de porcelaine de Sèvres, à cette grande école des arts céramiques, que M. F. Robert, très-habile peintre paysagiste, la fit pour la première fois vers 1816. En 1821, elle fut portée au nombre des couleurs composant l'assortiment de Sèvres et demandée au chimiste. Ce ne fut que plus tard que les fabricants de Paris parvinrent à l'imiter en créant leur *jaune d'ivoire*. Depuis 1823, MM. P. et L. Robert, successivement chefs de l'atelier de peinture sur verre, en approvisionnèrent la manufacture concurremment avec M. Bunel, chimiste de cet établissement. Mais les procédés qu'ils ont employés sont restés secrets jusqu'au moment où M. Brongniart publia son important *Traité des arts céramiques*.

» Je dois à l'obligeance de M. F. Robert d'avoir pu faire connaître l'analyse et la synthèse de cette couleur. Un échantillon de celui qu'il fit en 1821, et dont il a eu la bonté de me remettre une quantité suffisante, m'a donné la composition suivante :

	I.	II.	Calculé.
Silice	19,23	19,40	19,29
Protoxyde de plomb	57,64	57,80	57,88
Soude	3,08	»	2,98
Acide borique	7,09	»	6,66
Peroxyde de fer	6,12	»	6,03
Oxyde de zinc	2,99	»	3,00
Acide antimonique	3,41	»	3,63
Potasse	0,44	»	0,51
	100,00		99,98

» L'acide borique a été dosé par différence. Il est probable que l'antimoine est à l'état d'acide antimonieux; le fer est à l'état de peroxyde.

» En considérant la silice, l'oxyde de plomb, l'acide borique et la soude comme constituant le fondant, j'ai établi la synthèse qui suit (1); c'est elle qui m'a donné la base de la composition calculée qui s'accorde assez bien avec les résultats de l'analyse.

Fondant aux gris.	84	Le fondant se compose de :	
Carbonate de zinc hydraté	4	Sable d'Étampes	22
Hydrate d'oxyde de fer	8	Borax fondu	11
Antimoniate acide de potasse	4	Minium	66
	100		99

» On obtient, d'après de nouveaux essais que je viens de faire, une couleur préférable sous tous les rapports en prenant :

Fondant dit aux gris	88,02	100,00.
Fleurs de zinc	3,52	
Hydrate d'oxyde de fer	7,04	
Antimoniate acide de potasse	1,42	

» Ces matières sont bien triturées, puis fondues deux fois à un feu assez vif; le produit de la fusion est une masse qu'on coule sur une pelle de fer; il a, en morceaux, l'aspect du verre à bouteille; trituré, il devient jaune pâle.

» Je prépare moi-même la fleur de zinc, en calcinant du zinc du commerce. Les dernières parties de calcination qui renferment un peu d'oxyde de fer et sont légèrement jaunâtres peuvent fort bien servir.

» L'antimoniate provient de la déflagration de l'antimoine métallique avec 3 parties de nitre : c'est l'antimoniate acide de potasse de M. Berzelius. Il est bien lavé à l'eau froide.

» L'hydrate de peroxyde de fer provient de la décomposition, par une grande quantité d'eau aérée, du sulfate de protoxyde de fer : il se dépose après un temps assez long une poudre brun-jaune qui contient de 27 à 28 pour 100 d'eau, quand elle a été préparée avec de la couperose du commerce précipitée par de l'eau de fontaine; elle se dissout dans l'acide chlorhydrique, et précipite en brun par l'ammoniaque; le chlorure de barium ne fait naître aucun dépôt dans la dissolution. Ce ne peut être un sous-sulfate.

» J'ai obtenu avec du sulfate pur, décomposé par de l'eau distillée, un hy-

---

(1) *Traité des arts céramiques*, tome II, page 570. C'est par erreur d'impression que les doses d'oxyde de fer et d'antimoniate de potasse ont été interverties.

drate parfaitement pur, composé de

	I.	II.	III.		Calculé.
Eau.	25,30	25,16	25,34	3 Eau.	25,24
Peroxyde de fer. . . .	74,70	74,84	74,66	1 Peroxyde de fer. . . .	74,76
	100,00	100,00	100,00		100,00

» J'ai pris pour faire ce calcul, pour l'équivalent de l'hydrogène, le nombre 12,5 fixé par les belles recherches de M. Dumas sur la composition de l'eau, et pour celui du fer le nombre 350 résultant des dernières expériences de MM. L. Svanberg et Norling, confirmées récemment par M. Berzelius.

» Cette composition correspond à la formule chimique $Fe^2O^3 + 3H^2O$. Cet hydrate renferme donc 1 $\frac{1}{2}$ équivalent d'eau de plus que l'hydrate naturel $2Fe^2O^3 + 3H^2O$, et 1 équivalent de plus que l'ocre d'Artana $Fe^2O^3 + 2H^2O$. Il est identique à celui que M. Soubeiran a obtenu en précipitant par les carbonates alcalins les sels de protoxyde de fer, et laissant au contact de l'air le précipité obtenu; mais il est plus pur. On sait que l'hydrate de M. Soubeiran renferme toujours un peu du précipitant.

» C'est en cherchant à apprécier le rôle de chacun des éléments qui entrent dans la composition du jaune, que je suis parvenu à améliorer sensiblement sa préparation.

» L'oxyde d'antimoine n'a d'autre but que de rendre à la couleur une certaine opacité qui lui donne un peu de corps; il tend aussi à corriger le ton rouge brique que prend souvent au feu un mélange de fondant d'oxyde de fer et d'oxyde de zinc. La présence de l'oxyde d'antimoine peut donc n'être pas indispensable, et l'expérience le prouve, pour un jaune simplement fusible.

» L'oxyde de zinc qu'on ajoute à l'oxyde de fer hydraté forme probablement avec lui un ferrate de zinc; toujours est-il qu'ils donnent un ton brun-jaune quand ils sont en présence: c'est ce ton, affaibli et rendu ivoire par le mélange du silicate double de peroxyde de fer et de plomb, que les peintres de figures préfèrent au ton soufré de cette dernière combinaison.

» C'est à l'oxyde de fer que le jaune pour les chairs doit sa qualité précieuse de pouvoir faire glacer les rouges sans les détruire. Cet oxyde jouit de la propriété remarquable de former, avec le silicate de plomb, des silicates doubles de peroxyde de fer et de plomb, qui sont ou incolores ou légèrement colorés en jaune clair. Ces silicates doubles une fois formés, on peut ajouter au fondant plombeux une très-minime proportion d'oxyde de fer orangé, rouge, carminé, laqueux ou violet, pour que cette coloration persiste. Il doit donc y avoir

avantage à saturer ce jaune d'oxyde de fer, dans l'état d'oxyde facilement attaquable et soluble dans l'acide silicique. L'état le plus convenable paraît être celui d'hydrate non calciné. On sait que par la calcination l'oxyde de fer devient difficilement attaquable par les acides.

» L'explication que je viens de donner peut paraître en désaccord avec la théorie que MM. Al. Brongniart et Dumas ont donnée sur les couleurs vitrifiables, et qui n'admet qu'un mélange intime entre le fondant et le principe coloré; mais en examinant les choses comme elles se passent, on y trouve une confirmation de cette théorie.

» Dans les couleurs rouges empruntées au fer, l'oxyde se partage en deux parties :

» L'une qui forme avec le silicate de plomb un silicate plus basique de plomb et de fer saturé d'oxyde de fer à la température de la fusion; ce n'est pas le principe colorant: cette combinaison est incolore ou jaune, suivant la proportion de fer qu'elle renferme ;

» L'autre reste à l'état d'oxyde: c'est elle qui donne le ton que la couleur conserve après la cuisson, et qui dépend de la nuance que l'oxyde avait isolément. On obtient ainsi toutes les couleurs de fer, depuis le rouge orangé jusqu'au violet très-foncé, tons qu'il est possible de donner à l'oxyde pur en calcinant lentement, à une température de plus en plus élevée, l'oxyde de fer provenant de la décomposition par le feu, du sulfate de protoxyde.

» J'ai pu facilement vérifier par l'expérience ce partage de l'oxyde de fer, en faisant fondre dans la moufle où se cuisent les peintures, une certaine quantité de rouge tout préparé pour peindre. J'ai trituré le résultat de cette fusion, et un traitement par l'acide nitrique a séparé une poudre rouge composée d'oxyde de fer presque pur, d'une partie soluble, dans laquelle les réactifs m'ont fait reconnaître la présence de la silice, du plomb, du borate de soude, et d'une quantité notable d'oxyde de fer. L'oxyde de fer, avant la fusion avec le fondant, n'avait pas sensiblement perdu de son poids sous l'influence du même traitement acide.

» Telles sont les considérations sur lesquelles j'ai cru devoir attirer l'attention des chimistes.

» Elles permettent d'expliquer les différences que présentent, sous le rapport de l'inaltérabilité par le fait des acides, certaines couleurs composées des mêmes proportions du même fondant et d'oxydes également résistants quand ils sont isolés. Quand une portion de l'oxyde se dissout dans le fondant, il le rend plus difficilement attaquable; aussi les couleurs de fer sont-elles assez solides.

» Elles font connaître une couleur qui sert, pour ainsi dire, de base à la peinture d'art, et dont je dois recommander l'usage, au lieu de fondant, dans toutes les couleurs fusibles destinées à en faire glacer d'autres qui ne brillent bien que sous une certaine épaisseur. Je rappellerai que toutes les peintures que possède la manufacture de Sèvres, faites avant qu'on ne connût cette couleur, sont ternes et sèches dans les figures et toutes les chairs. C'est pour remédier à ce défaut que M. F. Robert a tenté des recherches dont il comprenait toute la nécessité.

» Elles confirment enfin la théorie de MM. Brongniart et Dumas, qui n'admettent pas de combinaison entre les éléments colorants et les matières fusibles qui doivent les faire adhérer à la porcelaine.

» Je joins à cette Note cinq petites plaques appartenant aux collections de la Manufacture royale de Sèvres.

» L'une, n° 47, jaune pour les chairs Salvetat, n° 1, 15 novembre 1844, présente la couleur avec toutes ses qualités de ton de glacé et de mélange; elle a été faite d'après la recette que j'ai donnée plus haut. On l'a mélangé avec différentes couleurs à deux feux pour en connaître la valeur, et jugér si elle ne détruit pas les autres tons.

» Le n° 47, n° 1, 19 décembre 1844, est le jaune de mauvaise qualité manquant de fusibilité.

» Le n° 47, n° 1, 8 février, est plus fusible que celui du 19 décembre; mais il ne se mêle pas avec les rouges n° 58 sans les détruire. On voit comment le peintre, en se servant de cette couleur, s'exposerait à perdre tout son travail.

» Toutes ces plaques ont été faites dans les mêmes conditions d'emploi, d'épaisseur et de proportions dans les mélanges.

» J'ai enfin réuni à ces plaques :

» 1°. Un essai de rouge de chair, n° 62;

» 2°. Un essai de rouge violâtre, n° 66, pour faire apprécier la différence du glacé de ces deux nuances employées isolément dans le mince et employées comparativement avec une addition de jaune n° 47.

» Sous ce point de vue, ces cinq échantillons me paraissent intéressants. »

CHIMIE. — *Sur la loi de saturation des corps copulés; par* M. Ch. Gerhardt.

« Les anilides dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie (1) rentrent

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie*, t. XX, p. 1031; 7 avril 1845.

dans la classe des *corps copulés*, c'est-à-dire des combinaisons organiques ou des résidus de corps composés remplaçant un corps simple.

» Si l'on examine la basicité B de ces corps copulés, sans se préoccuper de considérations théoriques; si l'on met en équation, d'une part, les corps entrés en réaction, d'autre part, les produits qui en résultent, on arrive à une loi fort simple qui peut se formuler d'une manière générale par

$$B = (b - b') - 1,$$

b et b' représentant la basicité des deux corps avant de s'accoupler; 0, 1, 2,..., la basicité d'un corps indifférent ou neutre, d'un acide unibasique, d'un acide bibasique, etc.

» Cette formule dit donc que *la basicité d'un corps copulé est moindre d'une unité que la somme des basicités des deux corps générateurs.*

» Elle établit que, dans les remplacements d'un corps simple par un corps composé, il y a, jusqu'à un certain point, entre les substances génératrices, *partage des propriétés*, de telle sorte que le nouveau produit ne possède ni les propriétés chimiques de l'un ni celles de l'autre corps avant l'accouplement; mais les propriétés de ce produit tiennent, pour ainsi dire, le milieu entre celles des deux corps générateurs.

» Voici les faits sur lesquels se fonde cette loi.

Corps copulés formés par l'acide sulfurique. $b = 2$.

» Si l'on représente l'équation d'acide sulfurique par SH^2O^4, on a, dans ma notation :

Sulfates acides... $S(HM)O^4$;
Sulfates neutres.. SM^2O^4.

L'acide sulfurique est donc un acide bibasique; dans les sels neutres, 1 équivalent de soufre est combiné avec 2 équivalents de métal (1).

» I. B *devient* = 1. — Lorsque 1 équivalent d'acide sulfurique s'accouple avec 1 équivalent d'un hydrogène carboné d'un alcool, d'une huile essentielle, de la glycérine, de l'indigo, ou, en général, avec un corps dont la basicité (b') est nulle, qui n'est pas acide aux papiers et ne fait pas effervescence avec les carbonates, l'acide copulé produit est monobasique, c'est-à-dire que ses sels

(1) Si l'on veut suivre la notation Berzelius, on a, pour les sulfates neutres, (SO^3, MO) où S : M :: 1 : 1; mais alors les sels organiques se trouvent doublés, et l'on a partout 2 équivalents de soufre, c'est-à-dire S : M :: 2 : 1. Il est évident que cela ne change rien à la démonstration de la loi.

neutres ne renferment que 1 seul équivalent de métal pour 1 équivalent de soufre. Je cite tous les acides dont les sels ont été analysés soit par moi, soit par d'autres chimistes.

Acide sulfobenzidique.........	$C^6 H^6 SO^3$	donne des sels neutres	$C^6 (H^5 M) SO^3$
Acide sulfobenzéonique.......	$C^7 H^8 SO^3$	donne des sels neutres	$C^7 (H^6 M) SO^3$
Acide sulfocuménique........	$C^6 H^{12} SO^3$	donne des sels neutres	$C^9 (H^{11} M) SO^2$
Acide sulfocyménique.........	$C^{16} H^{14} SO^3$	donne des sels neutres	$C^{10} (H^{13} M) SO^3$
Acide sulfonaphtalique........	$C^{16} H^8 SO^3$	donne des sels neutres	$C^{16} (H^7 M) SO^3$
Acide sulfométhylique........	$C H^4 SO^4$	donne des sels neutres	$C (H^3 M) SO^4$
Acide sulfovinique (isétionique et althionique)..............	$C^7 H^6 SO^4$	donne des sels neutres	$C^2 (H^5 M) SO^4$
Acide sulfamilique...........	$C^5 H^{12} SO^4$	donne des sels neutres	$C^5 (H^{11} M) SO^4$
Acide sulfocétique............	$C^{16} H^{34} SO^4$	donne des sels neutres	$C^{16} (H^{33} M) SO^4$
Acide sulphophénique.........	$C^6 H^6 SO^4$	donne des sels neutres	$C^6 (H^5 M) SO^4$
Acide sulfanéthique..........	$C^{10} H^{12} SO^4$	donne des sels neutres	$C^{16} (H^{11} M) SO^4$
Acide sulfoglycérique.........	$C^3 H^6 SO^6$	donne des sels neutres	$C^3 (H^7 M) SO^6$
Acide sulfindylique...........	$C^6 H^5 NSO^4$	donne des sels neutres	$C^8 (H^4 M) NSO^4$
Acide sulfanilique............	$C^6 H^7 NSO^3$	donne des sels neutres	$C^6 (H^6 . M) NSO^3$ (1).

» II. B *devient* = 2. — Pour que l'acide sulfurique conserve sa basicité dans les corps copulés, il faut évidemment, si notre loi est vraie, que — 1 se détruise par + 1, c'est-à-dire que l'acide sulfurique s'accouple avec 1 équivalent d'un corps qui soit déjà unibasique. Or, voici les trois acides copulés qu'on a obtenus avec des acides (acétique, benzoïque, cinnamique) déjà unibasiques.

Acide sulfacétique....	$C^2 H^4 SO^5$	donne des sels neutres	$C^2 (H^2 M^2) SO^5$
Acide sulfobenzoïque..	$C^7 H^6 SO^5$	donne des sels neutres	$C^7 (H^4 M^2) SO^5$
Acide sulfocinnamique.	$C^9 H^8 SO^5$	donne des sels neutres	$C^9 (H^6 M^2) SO^5$.

» Cependant une substance dont la basicité (b') est nulle, pourrait aussi donner un acide copulé bibasique, mais alors l'accouplement s'effectuerait avec 2 équivalents d'acide sulfurique. En effet, on aurait, d'après notre loi :

pour le 1er équivalent d'acide sulfurique, $B = (0 + 2) - 1 = 1$;
pour le 2e équivalent d'acide sulfurique, $B = (1 + 2) - 1 = 2$.

» Voici les deux acides bibasiques qu'on a obtenus avec l'alcool et le gaz oléfiant :

---

(1) J'ai obtenu cet acide par l'action de l'acide sulfurique sur l'oxanilide et la formanilide; c'est le *sulfate d'aniline anhydre*. Il formera l'objet d'une communication prochaine.

Acide méthionique... $C\ H^4S^2O^6$ donne des sels neutres $C\ (H^2M^2)S^2O^6$
Acide éthionique.... $C^2\ H^6S^2O^7$ donne des sels neutres $C^2\ (H^4M^2)S^2O^7$.

» J'y ajouterais aussi l'acide sulfonaphtinique de M. Berzelius, si ce corps n'exigeait pas de nouvelles analyses.

» III. B *devient* = 3. — Les acides copulés tribasiques résultent de l'accouplement de 1 équivalent d'acide sulfurique avec 1 équivalent d'un acide bibasique. Je n'en connais qu'un seul exemple (1) :

Acide sulfosuccinique $C^4\ H^6\ SO^7$ donne des sels neutres $C^4\ (H^3\ M^3)\ SO^7$.

Cependant, si notre loi est exacte, l'équivalent d'une substance dont la basicité est nulle peut, en s'accouplant avec 3 équivalents d'acide sulfurique, produire aussi un acide tribasique; en effet, on a, pour ces 3 équivalents d'acide sulfurique :

Pour le premier..... $B = (0 + 2) - 1 = 1$;
Pour le second...... $B = (1 + 2) - 1 = 2$;
Pour le troisième..... $B = (2 + 2) - 1 = 3$.

» La composition des sulfomannitates analysés par MM. Knop et Schnedermann vient à l'appui de cette proposition; ces sels se représentent, en effet, par la formule générale

$$C^6\ (H^{11}\ M^3)\ S^3\ O^{15},$$

1 équivalent de mannite étant $C^6\ H^{14}\ O^6$ (2).

» IV. B *devient* = 0. — Nous avons vu plus haut que l'accouplement de 1 équivalent d'acide sulfurique avec 1 équivalent d'un corps neutre donne naissance à un acide unibasique; or, d'après notre loi de saturation, un acide unibasique, en s'accouplant avec un corps neutre, donne aussi un produit neutre. Cela revient à dire que l'accouplement de 1 équivalent d'acide

---

(1) Plusieurs chimistes, se fondant sur l'existence d'un sel de plomb *surbasique*, considèrent l'acide succinique comme tribasique. Cela n'est pas exact : dans les sels surbasiques, un oxyde s'ajoute en sus à un sel neutre, il n'y a pas de remplacement d'hydrogène par du métal. L'acide succinique est bibasique, car voici les sels de potasse, d'après M. Doepping :

$C^4\ H^6\ O^4$...... acide succinique;
$C^4\ (H^5\ K)\ O^4$.... sel acide;
$C^4\ (H^4\ K^2)\ O^4$.... sel neutre.

(2) Voyez, à cet égard, quelques observations dans les *Comptes rendus mensuels des travaux chimiques*, janvier 1845, page 20.

sulfurique avec 2 équivalents d'un corps dont la basicité est nulle, donne un *corps copulé neutre*. Voici la confirmation de cette loi :

2 équivalents de benzide $C^6 H^6$ + 1 équiv. d'ac. sulf. — $H^2 O = C^{12} H^{10} SO^2$ sulfobenzide;
2 équiv. d'esprit-de-bois $CH^4 O$ + 1 équiv. d'ac. sulf. — $H^2 O = C^2 H^6 SO^4$ sulfométhol (sulfate de méthylène).

» L'analogie qui existe entre le mode de formation du sulfométhol et du sulfobenzide fait pressentir qu'on découvrira bientôt l'oxabenzide, le formobenzide, l'acébenzide, etc.; c'est-à-dire des combinaisons copulées correspondant aux éthers, mais formées par des hydrogènes carbonés et des acides autres que l'acide sulfurique. La grande stabilité des hydrogènes carbonés, et leur insolubilité dans l'eau, exigeront, sous ce rapport, des conditions particulières. J'ai fait un essai en chauffant le sulfobenzide avec de l'oxalate de potasse sec; mais le sulfobenzide s'est volatilisé avant que l'oxalate fût attaqué.

» Les développements précédents s'appliquent non-seulement à l'acide sulfurique, mais à tous les *acides bibasiques;* je pourrais donc les répéter pour les acides carbonique, oxalique, succinique, camphorique, tartrique, etc. Au reste, nous y reviendrons tout à l'heure en nous occupant des accouplements déterminés par l'alcool et ses homologues.

Corps copulés formés par l'acide phosphorique. $b = 3$.

L'acide phosphorique vitreux représenté dans ma notation par. . . $P\ H^3\ O^4$

peut former les trois séries de sels suivantes : . . . . $\begin{cases} P(H\,M^2)\,O^4 \\ P(H^2\,M)\,O^4 \\ P\ M^3\ O^4 \end{cases}$

C'est donc un acide tribasique. Il résulte des expériences de M. Pelouze que l'acide phosphorique s'accouple avec l'alcool ($b' = 0$) de manière à produire un acide dont les sels neutres ne renferment plus que 2 équivalents de métal :

Acide phosphovinique $C^2 H^7 PO^4$ donne des sels neutres . . . . $C^2 (H^5 M^2) PO^4$
ma loi se trouve donc encore confirmée ici, puisque $B = (3 + 0) - 1 = 2$.

Corps copulés formés par l'acide nitrique. $b = 1$.

L'acide nitrique est un acide unibasique. . . . . NHO^3,
et ses nitrates neutres sont, dans ma notation. . . . . NMO^3.

» Si ma loi de saturation est exacte, l'acide nitrique, en s'accouplant avec les corps organiques, n'en doit pas changer la basicité, puisque + 1 se trouve détruit par — 1.

» I. B *devient* = 0. — Les hydrogènes carbonés, les alcools et, en général, les corps dont la basicité est nulle, quel que soit le nombre des équivalents d'acide nitrique qui s'accouplent avec eux, donnent toujours des corps d'une basicité nulle. L'alcool, l'esprit-de-bois, la benzine, la naphtaline, en s'accouplant avec l'acide nitrique, donnent toujours des corps neutres; on n'a jamais pu obtenir les acides nitrovinique, nitrométhylique, nitronaphtalidique (1), nitrobenzidique (2), etc., semblables aux acides sulfovinique, sulfométhylique, sulfonaphtalique, sulfobenzidique.

» Voici la liste de 21 corps nitrogénés obtenus avec des corps neutres et qui prouvent la justesse de mon assertion : méthol nitrique (nitrate de méthylène), acétène nitrique (éther nitreux), alcool nitrique, valérène nitrique (éther nitreux de l'huile de pommes de terre), benzène nitrique, benzène binitrique, benzoène nitrique, benzoène binitrique, phtalide nitrique (acide nitrophtalique anhydre), cinnamène nitrique(nitrostyrole), cinnamol nitrique (nitrate d'huile de cannelle), coumarine nitrique, naphtalène nitrique, naphtalène binitrique, naphtalène trinitrique, méconine nitrique, aniline nitrique, phlorétine nitrique, stilbène nitrique, anthracène binitrique, idrialène binitrique.

» II. B *devient* = 1. — Tous les corps nitrogénés acides et unibasiques résultent de l'accouplement de l'acide nitrique avec des acides déjà unibasiques; preuve, les acides nitrobenzoïque, nitrosalycilique, nitrocinnamique, nitranisique. Les acides nitrophénésique et nitrophénisique résultent d'un corps limite (acide phénique de M. Laurent), capable d'échanger 1 équivalent d'hydrogène pour du métal, et dans lequel l'accouplement avec l'acide nitrique n'a fait que développer davantage le caractère acide; mais ces deux corps nitrogénés ne s'éthérifient point comme les acides proprement dits. Dans tous les cas, l'accouplement par l'acide nitrique a donc maintenu la basicité comme l'indique notre loi.

» III. B *devient* = 2. — L'acide phtalique de M. Laurent est bibasique; son acide nitrophtalique l'est aussi; autre confirmation de cette loi.

» Je ne veux pas discuter ici la question de savoir si dans tous ces corps nitrogénés les éléments nitriques sont groupés de la même manière; si, dans l'éther nitreux, ils se trouvent sous la même forme que dans la nitrobenzide. Je

---

(1) Ce qu'on appelle *acide nitronaphtalique* ne résulte pas d'un simple accouplement de la naphtaline avec l'acide nitrique, mais il se produit par une réaction plus compliquée, la naphtaline éprouvant d'abord une oxydation.

(2) Quelques chimistes allemands appellent ainsi l'*acide nitrobenzoïque*.

me borne à constater le fait de la basicité et l'identité du mode de formation, sans me préoccuper du groupement moléculaire. Il est vrai que l'éther nitrique donne du nitrate par une lessive bouillante de potasse, que la nitrobenzide donne d'autres produits; mais il faut considérer que la régénération des substances dont les résidus constituent les corps copulés dépend entièrement des conditions où se place l'expérimentateur, et l'on conçoit que ces conditions ne soient pas les mêmes pour des corps copulés dérivant de corps solubles dans l'eau, comme l'alcool, que pour des corps copulés dérivant de corps insolubles, comme la naphtaline et d'autres hydrogènes carbonés. L'acide sulfovinique s'attaque par une lessive bouillante de potasse, et régénère alors l'alcool; l'acide sulfonaphtalique a besoin d'être traité par de la potasse en fusion pour régénérer la naphtaline. De même, l'éther nitrique régénère l'alcool par une lessive de potasse, tandis que pour régénérer la naphtaline avec la nitronaphtaline, on est obligé de faire passer celle-ci sur de la chaux chauffée au rouge sombre. Quoi qu'il en soit, il est positif que l'acide nitrique suit notre loi de saturation.

Corps copulés formés par l'ammoniaque. $b = 0$.

» Cette loi est à prendre en considération dans les questions qui concernent les *amides* et les *acides amidés;* elle peut servir à contrôler la composition de ces corps et permet d'en prévoir la formation.

» L'ammoniaque $NH^3 = 2$ volumes n'échangeant pas d'hydrogène pour du métal, sa basicité est donc nulle dans le sens que nous y attachons (1).

» I. B *devient* $= 1$. — Pour qu'une amide soit acide et unibasique, elle ne peut s'obtenir qu'avec un acide bibasique. Les acides unibasiques (acétique, formique, benzoïque, butyrique, etc.) ne peuvent pas donner d'acides amidés, si notre loi est exacte; ils ne donnent que des amides neutres.

» Voici d'ailleurs les acides amidés qu'on a obtenus.

Sels neutres des acides simples.		Sels neutres des acides amidés.	
Oxalates.	$C^2 M^2 O^4$	Oxamates.	$C^2 (H^2 M) NO^3$
Succinates.	$C^4 (H^4 M^2) O^4$	Succinamates	$C^4 (H^6 M) NO^3$
Chloranilates.	$C^6 (Cl^2 M^2) O^4$	Chloranilamates.	$C^6 (H^2 Cl^2 M) NO^3$
Lactates.	$C^6 (H^{10} M^2) O^6$	Lactamates	$C^6 (H^{12} M) NO^5$
Phtalates.	$C^7 (H^4 M^2) O^4$	Phtalamates.	$C^8 (H^6 M) NO^3$
Subérates	$C^8 (H^{12} M^2) O^4$	Subéramates.	$C^8 (H^{14} M) NO^3$
Camphorates.	$C^{10} (H^{14} M^2) O^4$	Camphamates	$C^{10} (H^{16} M) NO^3$

(1) Dans la formation des sels ammoniacaux, il y a union directe d'un acide avec l'ammoniaque; dans la formation des sels métalliques il y a *échange* de M pour H, et élimination d'eau. C'est cet échange qui s'appelle ici basicité.

» II. B *devient* $= 0$. — Les amides deviennent nécessairement neutres lorsque 1 équivalent d'ammoniaque s'accouple avec 1 équivalent d'un acide unibasique, -1 et $+1$ se détruisant réciproquement dans notre formule. Or, voici les amides neutres obtenues avec les acides unibasiques :

Butyramide, correspondant au sel neutre.	$C^4(H^7M)O^2$,
Benzamide, correspondant au sel neutre.	$C^7(H^5M)O^2$,
Salycilamide, correspondant au sel neutre.	$C^7(H^5M)O^3$,
Margaramide, correspondant au sel neutre.	$C^{17}(H^{33}M)O^2$.

Je supprime les *anhydrides amidés* (*succinidam, paramide*) qu'on n'a pas encore assez multipliés; ils suivraient d'ailleurs notre loi.

» Mais les acides bibasiques donnent, outre des acides amidés unibasiques, des amides neutres, quand ils s'accouplent avec *deux* équivalents d'ammoniaque. En effet, on a, d'après notre loi :

Pour le premier équivalent d'ammoniaque. . . . $B = (0+2) - 1 = 1$;
Pour le second équivalent d'ammoniaque. . . . . $B = (0+1) - 1 = 0$.

» Voici les amides neutres qu'on a obtenues avec des acides bibasiques:

Sels neutres des acides simples.		Amides neutres.	
Carbonates.	$C\,M^2O^2$	Carbamide ou urée.	$C\,H^4N^2O$
Oxalates	$C^2M^2O^4$	Oxamide.	$C^2H^4N^2O^2$
Succinates	$C^4(H^4M^2)O^4$	Succinamide	$C^4H^8N^2O^2$
Fumarates.	$C^4(H^2M^2)O^5$	Fumaramide	$C^2H^6N^2O^2$
Lactates	$C^6(H^{10}M^2)O^6$	Lactamide.	$C^6H^{14}N^2O^2$
Subérates	$C^8(H^{12}M^2)O^4$	Subéramide	$C^8H^{16}N^2O^2$
Camphorates.	$C^{10}(H^{14}M^2)O^4$	Camphamide.	$C^{10}H^{18}N^2O^2$.

Corps copulés formés par l'alcool. $b = 0$.

» Notre loi de saturation trouve une confirmation éclatante dans la composition des éthers. En effet, si l'on représente ces corps par des formules uniformes, toujours par 2 volumes (1), ainsi que je l'ai adopté dans ma notation et sans jamais manquer à cette règle, les analyses indiquent les formules suivantes pour la composition des éthers. En représentant 1 équivalent d'alcool C^2H^6O par A, les éthers par ε', ε'', ε''', suivant qu'ils résultent de l'action d'un acide a' monobasique, a'' bibasique ou a''' tribasique, on a :

$$\varepsilon' = a' + A - H^2O,$$
$$\varepsilon'' = a'' + 2A - 2H^2O,$$
$$\varepsilon''' = a''' + 3A - 3H^2O.$$

(1) Tient-on à l'ancienne notation par 4 volumes? alors il faut aussi écrire H^4O^2, N^2H^6, C^2O^2, etc.; cela se comprend. Ma loi est vraie si l'on suit une notation rigoureuse; en formulant sans règle, on ne saisit pas les relations que j'indique.

Ces formules générales s'appliquent non-seulement à l'alcool de vin, mais bien entendu à tous les homologues de ce corps; comme elles sont indépendantes de toute théorie, et qu'il est aisé de les retenir, j'en recommande l'usage à tous ceux qui s'occupent de chimie.

» I. B *devient* = o. — Les formules précédentes sont une conséquence de notre loi de saturation; en effet, d'après cette loi, 1 équivalent d'alcool, en s'accouplant avec 1 équivalent d'un acide unibasique, en diminue la basicité d'une unité, c'est-à-dire qu'il le rend neutre.

» Donc les acides unibasiques ne donneront que des éthers neutres; tels sont les éthers formique, acétique, butyrique, caproïque, valérianique, margarique, stéarique, benzoïque, cuminique, anisique, pyromucique, etc.

» J'appellerai ceux-ci des *éthers uni-alcooliques,* puisqu'ils renferment le résidu d'*un* équivalent d'alcool, qu'ils sont capables de régénérer.

» Pour qu'un acide bibasique donne un éther neutre, il faut, si notre loi est exacte, qu'il s'accouple avec *deux* équivalents d'alcool, qu'il forme un *éther bi-alcoolique;* en effet, d'après notre loi, on a:

Pour le premier équivalent d'alcool... $B = (o + 2) - 1 = 1$;
Pour le second équivalent d'alcool.. $B = (o + 1) - 1 = o$.

» La composition des éthers carbonique, succinique, oxalique, subérique, pyrotartrique, sébacique, fumarique, mucique, etc., prouve la vérité de mon assertion.

» Enfin, il résulte aussi de ce qui précède que les éthers neutres des acides tribasiques sont des *éthers tri-alcooliques;* preuve, la composition des éthers citrique et aconitique.

» Rien ne prouve mieux la vérité de ma loi que la composition des *améthanes* (ou éthers des acides amidés), découverts par M. Dumas; ce sont des corps copulés, neutres, produits par l'alcool et par l'ammoniaque, et qui correspondent aux éthers bi-alcooliques; mais l'un des résidus alcooliques y est remplacé par le résidu de l'ammoniaque. *Les acides bibasiques sont donc seuls capables de donner de semblables améthanes;* jusqu'à présent on n'en a obtenu qu'avec les acides carbonique, oxalique et sulfurique. Ma loi serait en défaut si l'on en obtenait jamais avec l'acide acétique, l'acide benzoïque ou, en général, avec un acide unibasique.

» II. B *devient* = 1. — Voici la liste des *acides viniques,* mis en regard des sels neutres aux acides desquels ils correspondent; elle prouve que les acides bibasiques donnent, seuls, des acides viniques, tout comme ils sont les seuls par lesquels on obtient les acides amidés.

Acides viniques unibasiques.	Sels neutres simples.
Acide carbométhylique .... / Acide carbovinique..........	Carbonates.... CM^2O^3
Acide oxalovinique.......... / Acide oxalométhylique.......	Oxalates..... $C^2M^2O^4$
Acide camphovinique........	Camphorates... $C^{10}(H^{14}M^2)O^4$
Acide tartrovinique........ / Acide tartramilique...........	Tartrates...... $C^4(H^4M^2)O^6$
Acide sulfovinique........... / Acide sulfométhylique........	Sulfates....... SM^2O^4.

» On aurait tort de comprendre, parmi les acides viniques, certains éthers neutres aux papiers, mais capables d'échanger du métal pour de l'hydrogène; de ce nombre est, par exemple, l'éther salycilique de l'esprit-de-bois. Tous les acides viniques proprement dits rougissent le tournesol, ne sont pas volatils sans décomposition, et font effervescence avec les carbonates; cet éther ne présente rien de semblable.

Conséquences de la loi de saturation des corps copulés par résidus.

» Je ne pense pas qu'il y ait en chimie, outre les lois fondamentales, un principe à l'appui duquel on puisse apporter des centaines de preuves, comme je viens de le faire pour la loi de saturation des corps copulés. Cette loi conduit à une foule de conséquences importantes parmi lesquelles je ne citerai que les suivantes :

» Les acides unibasiques (nitrique, acétique, formique, benzoïque, cinnamique, cuminique, butyrique, valérianique, etc.) ne donnent que des éthers neutres et des amides neutres; ils ne peuvent fournir ni acides viniques ni acides amidés.

» Les acides bibasiques (sulfurique, oxalique, carbonique, succinique, adipique, camphorique, pimélique, etc.) peuvent donner un éther neutre et un acide vinique, une amide neutre et un acide amidé; l'acide vinique et l'acide amidé seront unibasiques.

» Les corps nitrogénés ont la même basicité que les substances d'où ils dérivent.

» Les acides amidés et des acides viniques n'ont jamais la même basicité que les acides simples avec lesquels on les obtient.

» La composition des amides et des éthers peut servir à trouver la basicité des acides auxquels ils correspondent.

» La basicité des corps copulés obtenus avec l'acide sulfurique et les matières organiques peut servir à trouver l'équivalent de ces matières, etc. »

CHIMIE. — *Sur la formation de bulles de mercure, fait qui semble rendre compte des proportions considérables de ce métal qui se perdent dans le procédé américain pour l'extraction de l'argent au moyen de l'amalgamation;* par M. MELSENS.

« Quand on projette un filet d'eau vers le bord le moins profond d'une couche inclinée de mercure, recouvert de 4 ou 5 centimètres d'eau, mais qu'on s'arrange de façon à ce que le filet d'eau arrivant d'une certaine hauteur emprisonne, en s'étalant, une quantité convenable d'air lorsqu'il vient frapper la surface du mercure, on voit des sphères de ce métal flotter dans l'eau, absolument comme si elles étaient composées d'une feuille mince de métal solide.

» Ordinairement ces sphères montent à la surface du bain d'eau, on constate qu'elles renferment de l'air. Parfois elles sont complétement plongées et roulent à la surface du mercure; au moment où elles crèvent, il s'en échappe de l'air. J'en ai vu rouler sous l'eau à la surface du mercure et se détruire sans aucun dégagement de gaz.

» Avec le filet d'eau que j'ai eu à ma disposition et dont l'écoulement est irrégulier, ces sphères de mercure peuvent atteindre jusque $1\frac{1}{2}$ centimètre de diamètre environ.

» Elles persistent assez longtemps pour qu'on puisse les enlever de l'eau au moyen d'une soucoupe et les examiner pendant quelques secondes.

» J'ai pesé le mercure qui provenait de la destruction de sphères de 1 à $1\frac{1}{2}$ centimètre; leur poids varie de 200 à 400 et 500 milligrammes.

» Ce phénomène a beaucoup d'analogie avec les bulles de savon.

» Je cite quelques expériences qui permettront de se rendre compte jusqu'à un certain point de la manière dont elles se forment.

» Quand on fait passer de l'air, de l'acide carbonique, de l'hydrogène, et très-probablement un gaz quelconque, à travers le mercure, en prenant un tube à dégagement qui ne présente qu'un passage très-étroit, le gaz ne passe du mercure dans l'air qu'après avoir subi un temps d'arrêt à la surface du mercure, c'est-à-dire qu'il se forme à la surface du mercure un mamelon qui grossit et finit par crever. Ce phénomène, connu de tous les chimistes qui travaillent sur le mercure, paraît ne pas avoir attiré leur attention.

» L'accroissement successif et la rupture du mamelon se voient parfaitement, lorsqu'au lieu de laisser perdre directement le gaz dans l'air, on recueille ce gaz dans une éprouvette de mercure surnagée par un liquide;

la dissolution de potasse à 45 degrés Baumé, l'acide sulfurique concentré, l'eau, etc. On peut alors voir très-distinctement le mamelon de mercure plongé dans le liquide surnageant acquérir une forme sphéroïdale, ou du moins rétrécie à la base. Parfois on croit apercevoir une véritable sphère qui se soulève à quelque distance de la surface du mercure et qui ne crève que lorsqu'elle en est détachée et plongée de toutes parts dans le liquide.

» Il suffit, du reste, d'agiter avec la main une nappe de mercure surnagé par de l'eau, ou de faire arriver un filet d'eau privé d'air sous la couche de métal, pour voir la surface du mercure, lisse d'abord, se couvrir de mamelons renfermant de l'eau.

» Le repos fait disparaître ces mamelons, et la surface redevient plane après quelques secondes. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les procédés de* MM. DECHAUD *et* GAULTIER DE CLAUBRY, *pour l'extraction du cuivre de ses minerais par des actions électriques.*

« Les beaux travaux de M. Becquerel sur les actions chimiques déterminées sous l'influence de faibles courants électriques ont ouvert une voie nouvelle destinée à fournir à l'industrie métallurgique des résultats dont il est encore impossible de prévoir toute l'importance.

» Dans le but de faire servir ces actions à l'extraction du cuivre de ses minerais, MM. Déchaud et Gaultier de Claubry se sont livrés à de longues recherches qu'ils croient arrivées au point d'être dignes d'attirer l'attention et destinées à déterminer une transformation complète dans la métallurgie du cuivre. Ces résultats, réduits à leur plus simple expression, peuvent être exposés très-brièvement.

» L'extraction du cuivre des minerais pyriteux se divise en deux séries d'opérations entièrement distinctes : le grillage et la précipitation du cuivre.

» *Grillage.* — On l'opère au four à réverbère, soit en transformant directement le sulfure en sulfate par la seule action de l'air, soit en profitant d'une réaction qui fournit d'utiles résultats, et qui consiste dans la transformation de l'oxyde de cuivre en sulfate, par sa calcination avec le sulfate de fer, à une température rouge obscur, sous l'influence d'un courant d'air, le fer restant à l'état d'oxyde.

» Des lavages convenables extraient le sulfate de cuivre qui ne retient ni arsenic ni antimoine, de sorte que des minerais très-impurs, comme les fahlerz, fournissent du cuivre aussi pur que des carbonates ou oxydes de cuivre qui ne contiendraient aucun métal étranger.

» *Précipitation.* — La précipitation du cuivre de ses dissolutions de sulfate exige, dans les procédés galvanoplastiques, des appareils galvaniques dont le prix empêcherait toute opération métallurgique. Aussi les auteurs ont-ils dû s'occuper des moyens de réaliser les mêmes effets en supprimant ces piles extérieures. Voici sur quelles données sont basés leurs appareils :

» Si l'on place l'une sur l'autre deux dissolutions, l'une de sulfate de cuivre plus dense, l'autre de sulfate de fer moins dense; que, dans la première, on dispose une plaque de métal formant le cathode, dans le sulfate de fer, un morceau de fonte, et qu'un conducteur réunisse ces deux métaux, la précipitation du cuivre commence immédiatement, se complète dans un temps plus ou moins long et dépendant de la température, de la concentration des liqueurs, et de l'étendue des surfaces métalliques; mais, comme l'a observé M. Becquerel, l'état physique du cuivre offre de grandes différences, à mesure que la dissolution s'appauvrit. On obvie à ce grave inconvénient en profitant de cette observation, qu'après quelques instants d'action, il existe quatre zones de liquides : à partir du fond du vase, dissolution de sulfate de cuivre plus dense, même sel moins dense par suite de la précipitation d'une portion du métal, sulfate de fer plus dense par la dissolution de la fonte, et du même sel moins dense.

» Si, au niveau de chacune de ces zones, on a disposé des ouvertures convenables pour amener et expulser les liquides au fur et à mesure de l'action chimique, on conserve facilement les liquides à des états uniformes de densité, et alors le cuivre est à la fois pur et au même état physique.

» Relativement à l'application de ce procédé dans la métallurgie, l'étendue de surface du sol nécessaire pour précipiter une grande quantité de cuivre est un élément très-important : en le prenant en considération, il est facile de modifier la forme des appareils en conservant le même principe.

» Pour cela, au lieu de placer les liquides par couches horizontales, on les dispose par couches verticales, séparées par un diaphragme très-perméable au courant électrique, et très-peu aux liquides; le carton remplit parfaitement ce but, il sert des mois entiers sans éprouver d'altération, et la quantité de sulfate de fer qui a pénétré dans le sulfate de cuivre est encore insuffisante pour empêcher la continuation de l'opération; l'appareil est alors disposé comme il suit :

» Une caisse en bois, doublée en plomb, ou garnie d'un mastic convenable, renferme la dissolution de sulfate de fer. Une ouverture supérieure y amène le liquide au degré de densité voulu, et une autre inférieure permet à la dissolution concentrée de s'écouler.

» Dans cette caisse, on plonge des cases formées d'un cadre dont les extrémités et le fond sont en tôle plombée, et les parois latérales garnies d'une feuille de carton. Une ouverture inférieure donne entrée à la dissolution de sulfate de cuivre saturée, et une autre supérieure, issue au sulfate faible. Dans chaque case on place une lame de tôle plombée, entre elles et au dehors des deux cases extrêmes, des plaques de fonte; des conducteurs particuliers, fixés à chaque plaque, la font communiquer avec un conducteur commun placé au dehors de l'appareil. Deux réservoirs à niveau constant reçoivent les deux dissolutions à y introduire et le lui fournissent constamment. On règle, une fois pour toutes, les densités des liquides, et les appareils marchent des mois entiers sans exiger aucune espèce de soins : les densités les plus convenables pour la dissolution du sulfate de cuivre qui sort de l'appareil sont de un quart à la moitié de la dissolution saturée. Le cuivre se précipite sur les deux surfaces de la feuille de métal formant le cathode.

» Les parois en carton empêchant le contact immédiat des deux liquides, on le rétablit en pratiquant dans celles-ci, au-dessus du bord supérieur des plaques de métal formant le cathode, de petites ouvertures qui permettent à la dissolution de sulfate de fer de se superposer à celle du sulfate de cuivre; l'appareil vertical remplit donc les mêmes conditions que l'appareil horizontal.

» A une température de 20 degrés centigrades, 1 mètre carré de surface reçoit jusqu'à 1 kilogramme de cuivre en vingt-quatre heures.

» Le cuivre précipité est pur, à un état physique constant; les feuilles peuvent être immédiatement travaillées au marteau, ou passées au laminoir : dans ce cas, quatre à cinq passes amènent le métal à la densité de 895, et l'on évite par là toutes les opérations nécessaires pour le faire passer de l'état de plateaux à celui de feuilles. Le travail n'offre aucune difficulté, ne demande point d'affinage, ne donne pas de scories. Dans une fabrication régulière, on obtient jusqu'à 75 pour 100 de feuilles; le reste du cuivre précipité est partie en fragments purs, et partie en poudre de cémentation. Les auteurs comptent, pour le travail métallurgique, 50 pour 100 de feuilles au moins, 25 pour 100 de cuivre divisé qui ne demande qu'une fusion pour être amené à l'état de plateaux ou de lingots, et 25 pour 100 de cuivre divisé qui exigeront un affinage.

» La question relative à l'application de l'action galvanique à la métallurgie du cuivre paraît ainsi réduite à un état de simplicité presque aussi complète que possible. A peine est-il nécessaire de dire que, par ce procédé, on peut obtenir facilement des objets de galvanoplastie sur une grande échelle. »

CHIMIE. — *Recherches sur les sels et la densité des urines;* *par* M. **H.** CHAMBERT.

« La question des urines, bien qu'elle ait fait l'objet des études longues et consciencieuses de plusieurs observateurs, est loin d'être épuisée. Si quelques-uns des points que l'on a abordés sont encore incomplets, c'est en grande partie à l'imperfection des moyens d'analyse qu'il faut attribuer cette lacune.

» Dans la recherche des sels, une chose nous a paru insuffisante, c'est l'évaporation de l'urine et la combustion de son résidu.

» 1°. *Évaporation des urines.* — Les moyens mis en usage pour l'évaporation des urines varient suivant que l'on emploie l'acide nitrique ou le chlorate de potasse pour brûler le résidu. Dans le premier cas, l'opération exige plusieurs heures; dans le second, souvent plus d'une journée. Nous proposons le moyen suivant :

» Un tube de $0^m,12$ à $0^m,15$ de longueur et de $0^m,02$ de diamètre fait l'office de réservoir. Il est surmonté d'un goulot usé à l'émeri pour recevoir un tube muni d'un robinet. A sa partie inférieure est soudé un autre tube de $0^m,008$ à $0^m,009$ de diamètre, recourbé deux fois sur lui-même de manière à présenter une branche horizontale de $0^m,07$ ou $0^m,08$ de longueur. La dernière courbure verticale donne naissance à une boule qui augmente la capacité de l'appareil et se termine par une partie effilée et recourbée deux fois de la même manière que le tube intermédiaire.

» On remplit l'appareil du liquide à analyser et on le fixe le long de la tige d'une lampe à alcool à double courant, de manière que son ouverture inférieure corresponde au-dessus d'un creuset de platine échauffé. A l'aide du robinet, tout en modérant l'accès de l'air, on gouverne l'écoulement du liquide. Celui-ci doit être ménagé de telle sorte que la goutte qui est tombée dans le creuset soit complétement évaporée quand celle qui lui succède y arrive à son tour. Par ce procédé, $1^h 15^m$ suffit pour l'évaporation de 100 à 110 grammes d'urine.

» On évite les projections de liquide ou de sels en maintenant un écoulement constant et modéré. La couche de charbon qui tapisse le creuset, tout en activant l'évaporation, rend la caléfaction du liquide presque impossible. Celle-ci devrait cependant être provoquée si l'on avait à analyser un liquide très-chargé d'albumine ou de sucre. La quantité de charbon alors obtenue n'est pas la vingtième partie de celle que fournirait le procédé ordinaire.

» Ainsi : 1° rapidité incontestable de l'opération; 2° diminution du char-

bon dans le résidu ; 3° et, par conséquent, combustion plus facile de ce charbon ; tels sont les avantages de la méthode d'évaporation que nous proposons.

» 2°. *Combustion du charbon.* — Les divers moyens employés pour brûler le résidu de l'évaporation des urines offrent tous des inconvénients graves : la combustion directe par l'air atmosphérique est très-lente et le plus souvent insuffisante ; celle par l'acide nitrique provoque dans la masse saline des perturbations dont on ignore le résultat définitif ; l'emploi du chlorate de potasse est une opération délicate exigeant plusieurs pesées très-exactes.

» Un moyen de combustion plus sûr dans ses résultats, plus simple dans son application, c'est l'eau pure. Après avoir évaporé le liquide comme je l'ai dit et avoir soumis pendant quelques minutes le résidu à la chaleur rouge, on surmonte le creuset d'un couvercle percé d'un trou. Par cette ouverture, à l'aide d'une pipette à bec très-étroit, on instille dans son intérieur quelques gouttes d'eau distillée. Un jet d'hydrogène, le plus souvent enflammé, qui s'échappe par l'ouverture du creuset, annonce que la combustion s'opère. En renouvelant ces instillations pendant quelques minutes, on obtient une masse saline parfaitement blanche. La volatilisation des chlorures est empêchée par le couvercle du creuset. Une eau minérale fortement chargée de chlorure de sodium a été évaporée comparativement par notre procédé et le procédé ordinaire. Il y a eu entre les résultats la plus parfaite coïncidence.

» Les avantages de ce mode d'oxydation nous semblent pouvoir être ainsi résumés : 1° rapidité et simplicité de la combustion ; 2° facilité de se procurer partout le principe comburant, l'eau distillée ; enfin, on n'a d'autre influence décomposante que celle de la chaleur, l'eau n'atteint jamais que les principes organiques.

Détermination des sels et de la densité des urines normales chez l'adulte.

» M. Lecanu et M. Becquerel n'ont expérimenté que sur l'urine des vingt-quatre heures ; il restait à déterminer le contingent salin qu'apporte à cette moyenne générale l'urine, après avoir subi l'action de ses modificateurs principaux, le sommeil, le repas, les boissons. C'est ainsi que j'ai observé, suivant la division des anciens, sans toutefois négliger l'urine des vingt-quatre heures.

» La recherche de la densité offrait de l'intérêt, tant à cause des rapports qu'on pouvait lui trouver avec les sels, qu'au point de vue de l'exactitude de sa détermination. C'était ici le cas d'appliquer l'appareil si précis de

M. Regnault. Il m'a permis de comparer toutes mes densités entre elles et à celles des autres, prises à une température parfaitement connue. J'ai toujours placé à côté du poids de l'urine le chiffre de sa densité, celui des sels renfermés dans l'émission et celui de ces mêmes sels rapportés à 1 000 parties.

Urines des vingt-quatre heures.

» L'urine qui m'a fourni les résultats suivants a été recueillie depuis le matin à l'heure du lever, jusqu'au lendemain à la même heure exclusivement.

Résultats de vingt-quatre expériences.

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Moyennes. . .	1034,375	1,0256	14,854	13,024
Maximum. . .	1590	1,0347	23,636	18,055
Minimum. . .	685	1,0176	6,993	8,161

» Si la densité que nous donnons est plus élevée que celle qu'a indiquée M. Becquerel, il faut l'attribuer à la basse température à laquelle nous l'avons prise. L'élévation de notre chiffre pour les sels est dû probablement, d'une part, à l'âge et au sexe des individus qui m'ont fourni leurs urines, et, d'autre part, surtout au moyen de combustion dont je me suis servi.

Urines du repas.

» J'ai recueilli l'urine de la première émission qui a eu lieu après le repas. Voici les résultats de vingt-quatre analyses :

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Moyennes. . .	273,5	1,0271	4,640	16,394
Maximum. . .	424	1,0379	10,658	21,370
Minimum. . .	137	1,0210	2,126	11,190

Urines du matin (urines sanguines).

» Considérant comme urine du sang toute celle qui est sécrétée en dehors des influences de l'alimentation, j'ai recueilli celle qui était émise depuis le moment du réveil jusqu'au repas du matin exclusivement.

Résultats de vingt-cinq analyses.

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Moyennes. . .	447,96	1,0227	4,201	9,332
Maximum. . .	686	1,0350	10,079	19,102
Minimum. . .	274	1,0147	1,227	3,580

Urines des boissons.

» Les sels varient suivant la quantité de liquide ingéré, le moment où il est ingéré (avant ou après le repas) et l'énergie des sécrétions de l'individu. Je me borne à donner le maximum et le minimum de cinq expériences.

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Maximum. . .	672	1,0121	14,203	21,137
Minimum. . .	523	1,0070	1,288	2,463

» Si l'on envisage maintenant tous mes résultats d'une manière générale, on voit que : 1° l'urine du repas est plus dense et plus chargée de sels que celle du matin; 2° les principes inorganiques sont en raison directe de la quantité de sels introduits avec les aliments; 3° les sels sont d'autant plus abondants dans l'urine du sang qu'ils sont en plus grande quantité dans l'urine du repas (la nature même de mes expériences et celles que j'ai faites sur moi-même m'ont démontré ces faits); 4° il n'existe pas de rapports entre les sels et la densité.

» J'ai recherché le rapport qui pouvait exister entre les sels, la densité et les matières organiques. Pour cela, j'ai évaporé une certaine quantité d'urine à une douce chaleur. Avant qu'elle eût perdu $\frac{1}{10}$ de son eau, celle-ci avait pour densité 1,0019 (c'est la moyenne de trois expériences). On a donc des pertes considérables. L'évaporation au-dessus de l'acide sulfurique se fait trop lentement, elle n'a pu être employée. Pour diminuer autant que possible les chances d'erreurs, nous avons fait usage de ce moyen quand l'urine était presque privée de son eau. Quatre expériences faites avec soin ne nous ont permis de constater aucun rapport satisfaisant entre les sels, la densité et les matières organiques. »

PHYSIQUE. — *Note sur le soufre; par* M. **Daguin.**

« J'ai eu occasion, en m'occupant des effets de la trempe sur les corps solides, d'étudier les propriétés que présente le soufre lorsqu'on le verse dans

l'eau froide à une température voisine de son point d'ébullition. M. Dumas a remarqué, le premier (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XXXVI), les modifications singulières de structure que le soufre éprouve dans cette opération. Il devient alors mou, flexible, transparent, élastique, peut être tiré en longs fils, et possède une densité plus grande que dans l'état ordinaire, et qui peut aller jusqu'à 2,32 (Berzelius, *Traité de Chimie*, tome I, page 250). Cet état du soufre est passager; car, au bout de vingt-quatre à trente heures, quelquefois de deux ou trois jours, s'il fait froid, il a repris ses propriétés ordinaires.

» M. Regnault a annoncé, dans son remarquable travail sur les chaleurs spécifiques des corps solides, que le soufre mou, chauffé à 98 degrés dans une étuve, monte rapidement à cette température, la dépasse et s'élève jusqu'à 110 degrés, pour retomber ensuite à 98 degrés. Ce soufre, en même temps, est devenu cassant, et le voisinage du point de fusion l'a fait s'affaiser sur lui-même, de manière que les différentes parties s'étaient, pour ainsi dire, soudées les unes aux autres (1). Le soufre mou renferme donc de la chaleur latente de fusion, qu'il abandonne en devenant cassant, et qui devient appréciable quand l'élévation de température, en favorisant le déplacement des molécules, accélère suffisamment la transformation qu'il peut éprouver. J'ajouterai à ces faits, si remarquables, les résultats de quelques expériences.

» *Première expérience.* — Du soufre, porté à une température très-voisine de son point d'ébullition, fut jeté dans l'eau froide, d'assez près pour être obtenu en gros cordons mous. La surface de ces cordons était plissée transversalement. En coupant ces cordons transparents et couleur de verre de bouteille, la section se montra lisse et d'aspect résineux; mais, au bout de quelques heures, elle devint opaque, en commençant par les points les plus rapprochés de l'axe, et, en faisant alors de nouvelles sections, elles présentèrent le même résultat. Il faut remarquer aussi qu'il reste extérieurement une pellicule mince, qui est très-longtemps à se transformer. C'est, sans doute, la couche qui a été la première solidifiée, et dont la mauvaise conductibilité a préservé les parties centrales d'un refroidissement aussi rapide.

---

(1) Ce ramollissement du soufre mou a aussi été reconnu par M. Wöhler (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome V, page 268), qui regarde comme probable que le soufre mou éprouve un commencement de liquéfaction entre 90 et 100 degrés, tandis que le soufre ordinaire fond à 111 degrés, sans ramollissement préalable.

» On voit donc que le soufre mou passe à l'état ordinaire en commençant par les parties intérieures, ce qui est l'inverse de ce qui a lieu pour l'acide arsénieux vitreux.

» Les rides transversales, qui recouvrent les cordons mous lorsqu'ils sont assez gros, se montrent encore après que toute la masse est devenue cassante, et s'expliquent en remarquant que la surface s'est solidifiée la première en se moulant sur le soufre intérieur encore liquide; celui-ci, se solidifiant ensuite, diminue de volume, ce qui force la couche extérieure à se rapprocher, en se plissant, en vertu de sa flexibilité. C'est cette couche qui subsiste si longtemps après que les parties centrales sont devenues cassantes.

» *Deuxième expérience.* — Quelques portions du même soufre mou, portées au soleil, sont devenues rapidement jaunes et opaques dans les parties exposées directement à sa lumière, tandis que les parties situées en dessous conservaient leur mollesse et leur couleur brune. Je ne pense pas que la chaleur seule du soleil puisse expliquer complétement cette différence, car du soufre mou ayant été placé sur une feuille de tôle ou sur une ardoise exposée au soleil, c'est-à-dire sur un support devenu brûlant, la même différence a été observée, quoique les parties inférieures dussent être fortement échauffées par le contact de la surface sur laquelle elles s'appuyaient.

» Faudrait-il attribuer l'effet produit à la lumière en même temps qu'à la chaleur du soleil? ne pourrait-il pas se faire aussi que les rayons de chaleur de nature différente envoyés par le support et directement par le soleil produisissent des effets différents ?

» Au bout d'une heure le tout était devenu cassant, tandis que d'autres parties du même soufre mou, restées à l'ombre, n'avaient pas changé sensiblement d'état.

» *Troisième expérience.* — Du soufre ordinaire fut jeté dans l'eau bouillante, un faible craquement accompagna son immersion, et le fragment retiré et refroidi était tellement friable et d'une si faible tenacité, qu'on ne pouvait le toucher sans le faire tomber, pour ainsi dire, en poussière.

» Cet effet doit être attribué à la mauvaise conductibilité du soufre pour la chaleur; car, en plaçant un morceau de soufre ordinaire dans l'eau froide qu'on porte peu à peu à l'ébullition, il n'y a aucun effet apparent produit.

» Du soufre mou étant plongé dans l'eau bouillante devient entièrement mou et visqueux, de manière que les parties se soudent les unes aux autres; retiré de l'eau au bout de quelques minutes et tiré en longueur, il se sépare

en se déchirant irrégulièrement, et les surfaces de séparation se montrent recouvertes de granulations jaunes qui, vues au microscope, n'ont présenté aucune forme régulière.

» *Quatrième expérience.* — Abandonné dans l'eau bouillante pendant environ dix minutes, le soufre mou est devenu très-friable et sans tenacité, tant qu'il est resté chaud; refroidi peu à peu à l'air, il est devenu très-dur et très-tenace. Cette transformation rapide produite par l'eau bouillante est bien d'accord avec le résultat de l'expérience de M. Regnault, dans laquelle le soufre mou, porté à 98 degrés, s'est transformé rapidement en soufre cassant.

» *Cinquième expérience.* — Le soufre mou ayant été plongé dans l'eau bouillante, retiré pendant qu'il est encore très-mou et pétri entre les doigts, a durci à vue d'œil en se remplissant de granulations jaunes, qui, au bout de quelques secondes, ont envahi toutes les parties de la masse, qui est devenue très-dure et très-difficile à casser. Des portions de ce soufre retirées de l'eau bouillante, ayant été abandonnées à elles-mêmes, ont conservé leur flexibilité pendant une demi-heure ou une heure, suivant la durée de leur séjour dans l'eau bouillante.

» Ayant remarqué plusieurs fois que le soufre mou devenait cassant en moins de deux heures, dans une salle de cours, où la température ne pouvait manquer de varier notablement d'un instant à l'autre, surtout pendant l'hiver, j'ai été porté à croire que les variations de température pouvaient être la cause de cette accélération dans les déplacements moléculaires. J'ai donc essayé d'obtenir du soufre mou, en versant le soufre visqueux dans l'eau bouillante, afin de le maintenir ensuite à cette température constante pour voir s'il se transformerait aussi vite que lorsqu'on l'y porte quand il est froid, et pour chercher si les effets de la trempe seraient bien différents de ceux qui se produisent dans l'eau froide; mais, en versant le soufre fondu dans l'eau bouillante, la vaporisation tumultueuse qui se produit au contact du soufre, qui est bien au-dessus de 100 degrés, fait qu'on n'obtient que des parcelles de soufre assez petites, qui sont un mélange de soufre cassant et de quelques lambeaux de soufre mou. Alors j'ai cherché à maintenir le soufre mou, obtenu dans l'eau froide, à une température aussi constante que possible, pour voir si sa transformation serait ralentie.

» *Sixième expérience* — Du soufre mou, obtenu au moyen de soufre fondu à une température voisine du point d'ébullition, coulé dans l'eau à 11 degrés, a été descendu au fond d'un puits dont la température a varié, pendant

l'expérience, de 9 à 10 degrés (1). Le onzième jour le soufre était encore mou et flexible, surtout dans les parties les plus fines. Le huitième jour, un cordon de soufre, ayant à peu près 1 millimètre de diamètre et 1 centimètre de largeur, a pu s'allonger, sans se rompre, jusqu'à prendre une dimension dix fois plus grande. Du reste, les fils les plus fins sont ceux dont la transformation est la plus lente, ce qui se conçoit facilement, car ce sont ceux qui ont subi le plus complétement l'action de la trempe.

» *Septième expérience.* — Deux échantillons de soufre mou ont été placés dans un caveau, dont la température ne varie pas sensiblement pendant la même saison; ce soufre était encore mou et flexible le neuvième jour : la température du caveau était de 11 degrés.

» En faisant séjourner le soufre mou dans la glace fondante, il est probable qu'il ne se transformerait qu'avec beaucoup plus de lenteur, la température étant bien plus constante que celle avec laquelle j'ai pu opérer. De plus, elle serait plus basse de 10 degrés, ce qui retarderait encore la transformation.

» Je crois pouvoir conclure des expériences qui précèdent, que :

» 1°. La transformation du soufre mou en soufre cassant peut être accélérée par la chaleur (expérience de M. Regnault et quatrième expérience);

» 2°. Peut-être par la lumière solaire (deuxième expérience);

» 3°. Par les actions mécaniques sous l'influence d'une température voisine de 100 degrés (cinquième expérience): du soufre mou ayant été fortement martelé à froid, pendant quelques minutes, n'a pas sensiblement changé d'état;

» 4°. En maintenant du soufre à une température constante, on retarde beaucoup sa transformation (sixième et septième expérience);

» 5°. Quand le soufre passe de l'état mou à l'état ordinaire, la transformation commence par les parties intérieures (première expérience).

» J'ajouterai, comme résultat d'expériences faites sur du soufre coulé à différentes températures, que celui qui a été obtenu à la température la plus rapprochée du point d'ébullition est aussi celui qui se transforme le plus lentement. Ainsi, du soufre mou obtenu au moyen de soufre fondu coulé à 260 degrés, se transforme plus vite que celui qui a été coulé à 400 degrés. »

---

(1) Ce puits, dans lequel le niveau de l'eau n'est qu'à 3 mètres environ au-dessous de la surface du sol, est alimenté par les infiltrations d'une couche de sable. Les variations de température s'expliquent par des pluies abondantes survenues pendant le cours de l'expérience.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Notice sur la désinfection des matières fécales par le sulfate de fer, et sur leur emploi comme engrais liquide;* par M. SCHATTENMANN.

« L'auteur, en réponse à M. *Siret*, propose, plus que jamais, l'emploi du *sulfate de fer seul* pour désinfecter les matières des fosses d'aisances. Ces matières devant être employées comme engrais, M. Schattenmann ne veut pas qu'on y ajoute de chaux qui, décomposant le sulfate d'ammoniaque, en expulse le principe utile, l'*ammoniaque*.

Enfin, il donne quelques détails sur l'emploi de ces matières ainsi désinfectées.

« 2 litres de matières fécales, saturées par le sulfate de fer, de 2 degrés de force, d'après l'aréomètre ou le pèse-sels de Baumé, suffisent pour fumer 1 mètre carré ou 1 centiare de pré, et la moitié, ou 1 litre seulement, pour 1 mètre carré de froment, d'orge ou d'avoine.

» En en mettant davantage sur les céréales, leur végétation est trop forte, et elles versent et donnent plus de paille et moins de grains.

» Les matières fécales désinfectées peuvent être employées avec avantage pour fumer les plantes potagères, le chanvre, le tabac et le lin, mais elles ne produisent point d'effet sur le trèfle et la luzerne, sur lesquels l'ammoniaque n'a pas d'action.

» Il faut cependant ne pas les répandre en trop grande quantité; car, employées à l'excès, elles détruisent les végétaux.

» Lorsque les matières fécales sont trop substantielles, ce qu'indiquent les degrés marqués par l'aréomètre, on peut les étendre d'eau ou en répandre une moindre quantité, comme aussi on peut employer une quantité plus grande lorsque leur force est au-dessous de 2 degrés.

» La richesse des matières fécales en ammoniaque est variable selon la nourriture des hommes qui les produisent, et souvent aussi parce qu'on y verse de l'eau; il faut ainsi proportionner la quantité de sulfate de fer que l'on emploie à la quantité d'ammoniaque que contiennent ces matières. Ordinairement, 2 ou 3 kilogrammes de sulfate de fer suffisent pour saturer 100 litres de matières fécales. On peut facilement reconnaître leur saturation, en mettant une goutte de cette matière sur une feuille de papier blanc, et en y passant avec un brin trempé dans une dissolution de prussiate de potasse rouge; car, dès qu'il y a un excès de sulfate de fer, il se forme du bleu de Prusse, et c'est un signe certain que la matière est saturée, et qu'il y a

un excès de sulfate de fer qui, loin d'être nuisible, est même favorable à la végétation lorsqu'il est employé en petite quantité.

» Le sulfate de fer est facilement soluble dans l'eau, et 1 kilogramme de ce sel fond en moins d'une heure dans 1 litre d'eau froide, et donne une lessive de 25 degrés. La même quantité de sulfate de fer peut être fondue en dix minutes dans 1 litre d'eau chaude, et donne une lessive de 30 degrés. Il faut cependant remuer le sulfate de fer mis dans l'eau, ou l'y suspendre dans un panier que l'on secoue de temps en temps; sans cela, ce sel reste en grande partie au fond sans se dissoudre.

» Le sulfate de fer fondu est versé dans la fosse d'aisances par l'ouverture qui sert à la vider, et l'on remue les matières avec un ringard formé d'une perche de bois au bout de laquelle on fixe une planche d'environ 50 centimètres de longueur et de 20 centimètres de largeur, afin de faire pénétrer partout la liqueur désinfectante. En enfonçant le ringard dans la matière, et en lui imprimant ensuite un mouvement précipité en arrière, toute la masse liquide est mise en mouvement. A mesure que la désinfection s'opère, l'odeur disparaît, et, lorsqu'elle est complète, les matières fécales sont un liquide noirâtre qui n'a plus aucune odeur incommode.

» Après la vidange des fosses d'aisances, on peut y mettre une dissolution de sulfate de fer pour désinfecter les matières fécales qui y arriveront plus tard, ou bien y verser successivement de cette liqueur pour saturer ces matières, et empêcher les émanations d'ammoniaque et de gaz. Les courants d'air qu'on établissait généralement pour évacuer ces émanations ne sont plus nécessaires lorsqu'on désinfecte les matières fécales; on peut ainsi les supprimer, et éviter les incommodités qu'ils causent ordinairement. Il convient de ne pas jeter, selon l'usage de quelques maisons, de débris végétaux et d'autres ordures dans la fosse d'aisances, afin d'éviter les émanations incommodes qui en résultent, et de ne pas embarrasser, par des matières solides, la vidange et l'emploi de matières fécales. »

CHIMIE. — *Nouvel acide organique trouvé dans un bézoard oriental.* (Extrait d'une Lettre de M. **Wohler** à M. *Dumas*.)

« ... Je suis occupé de recherches sur un corps organique très-remarquable; c'est la matière qui constitue les bézoards orientaux, entièrement différente de l'acide lithofellique; c'est un acide cristallisé, insoluble dans l'eau : sa composition est représentée par $H^2O + C^{14}H^4O^7$. La dissolution du sel potassique dans l'hydrate de potasse, qui a une couleur jaune très-

foncée, absorbe instantanément l'oxygène de l'air et dépose alors des cristaux d'une couleur noire bleuâtre, qui sont $= KO + C^{12}H^{4}O^{7}$.

» C'est surtout au point de vue physiologique que cet acide bézoardique me paraît avoir de l'intérêt; car, ou bien il est un produit de la bile des animaux desquels proviennent les bézoards, ou bien il est un produit immédiat de la nourriture de ces animaux. »

M. **Garcin de Tassy**, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, transmet un numéro de la *Gazette officielle de Bogota* (Amérique du Sud), où se trouve une circulaire du ministre de l'Intérieur de la Nouvelle-Grenade aux gouverneurs des provinces, concernant l'*efficacité des pilules de baume de copahu pour la guérison du goître.*

M. *Velpeau* est invité à prendre connaissance de cette pièce.

L'Académie accepte le dépôt de trois *paquets cachetés* adressés par M. **Douhet**, M. **Gorini** et M. **Guillemin**.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

ERRATA. (Séance du 26 mai 1845.)

Page 1574, ligne 9, *au lieu de* Émile Barry, *lisez* Émile Bary.
Page 1574, ligne 24, *après* centésimaux, *ajoutez* à partir de 100 degrés.
Page 1575, ligne 9, *au lieu de* 9,00239202, *lisez* 0,00239202.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 21; in-4°.

Chambre des Députés. — Session de 1845. — *Rapport fait au nom de la Commission chargée de l'examen du projet de loi tendant à accorder une pension annuelle et viagère à* M. VICAT, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; *par* M. ARAGO, député des Pyrénées-Orientales. — *Séance du* 6 *mai* 1845.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; avril 1845; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n° 16; 31 mai 1845; in-8°.

Études anatomiques et physiologiques sur les Insectes Diptères de la famille des Pupipares; par M. LÉON DUFOUR; brochure in-8°.

Mémoire sur deux genres nouveaux de monstres célosoniens que l'auteur propose de désigner sous les noms de Chélonisome et de Streptosome ; par M. JOLY; brochure in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse.*)

Note sur une nouvelle espèce d'animalcule infusoire (Monas sulphuraria), *etc.; par* MM. FONTAN *et* JOLY. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse.*) In-8°.

Manuel de Physiologie; par M. J. MULLER, *traduit de l'allemand sur la* 4e *édition* (1844), *par* M. A.-J.-L. JOURDAN; 5e livraison. Paris, 1845; in-8°.

Des annexes du fœtus dans les principales espèces d'animaux domestiques; par M. F. LECOQ. Lyon, 1845; brochure in-8°.

Mémoire sur le traitement des Plaies succédant à l'extirpation du sein et de l'aisselle au moyen de la suture entortillée; par M. le docteur ALEX. COLSON (*de Noyon*). Paris, 1845; brochure in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Essai sur les principes fondamentaux de l'Analyse transcendante, suivi des Éléments du Calcul différentiel résumés à un point de vue purement algébrique; par M. E. LEMARLE. Liége, 1845; brochure in-8°.

Types de chaque Famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 19e livraison; in-4°.

Revue zoologique, par la Société Cuvierienne; tome V; mai 1845; in-8°.

Grammaire grecque élémentaire et systématique à l'usage des écoles; par M. MARCELLA; 1845; brochure in-8°.

Encyclographie médicale; par M. LARTIGUE ; mai 1845; in-8°.

Philosophie primitive; par M. DEMONVILLE ; brochure in-8°; 1845.

Journal de Médecine vétérinaire, publié à l'école de Lyon; mars et avril; 1845 ; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie, etc.; juin 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; mai 1845; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; mai 1845; in-8°.

Résumé succinct des moyens invoqués devant les tribunaux par M. F.-V. RASPAIL, *contre* M. LAVAVASSEUR, libraire; $\frac{1}{4}$ feuille in-8°.

Plantæ cellulares quas in insulis Philippinensibus, a CL. CUMING *collectas, recensuit* C. MONTAGNE; brochure in-8°.

Decades of fungi; par MM. MONTAGNE *et* BERKELEY ; in-8°.

COSTA. Frammenti... *Fragments d'Anatomie comparée; par* M. COSTA. *Fascicule Ier. Histoire et anatomie du* Branchiostoma lubricum (Amphioxus lanceolatus, Yarell). In-folio.

De animalium crustaceorum generatione. Commentatio quam scripsit doctor H. RATHKE. Regiomontii, 1844; in-4°.

The Transactions... *Transactions de l'Académie royale d'Irlande.* XXe vol. Dublin, 1845; in-4°.

An Address... *Rapport sur les espèces détruites de Mammifères de l'Australie, et sur la distribution géographique en général des Mammifères de la période pliocène et post-pliocène; par* M. OWEN. Londres, 1845; in-8°.

The medical Times; n° 297.

An Address... *Discours sur les progrès récents des recherches géologiques dans les États-Unis, prononcé par* M. H. ROGERS, *à la 5e réunion annuelle de l'Association des géologues et naturalistes américains, tenue à Washington en mai* 1844. Philadelphie, 1844; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 62 à 64.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 22; in-4°.

L'Écho du Monde savant; n°s 39 et 40; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — MAI 1845.

JOURS du MOIS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
1	760,12	+15,3		759,39	+18,6		758,25	+18,2		757,24	+15,4		+20,2	+12,8	Éclaircies...............	S. O.
2	756,94	+14,0		756,99	+13,0		756,55	+14,1		758,72	+ 8,5		+14,0	+12,2	Pluie..................	S.
3	759,79	+11,3		759,34	+13,3		758,33	+14,7		757,87	+ 9,8		+14,9	+ 7,3	Quelques éclaircies......	O.
4	754,81	+10,8		754,01	+12,7		752,81	+13,8		751,72	+ 8,4		+14,7	+ 7,5	Nuageux..............	O. N. O.
5	752,82	+ 8,8		753,00	+10,8		752,59	+11,3		752,44	+ 8,5		+12,0	+ 6,0	Très-nuageux..........	O. N. O.
6	752,38	+ 8,4		751,90	+ 9,9		750,38	+12,3		749,21	+ 7,2		+13,0	+ 5,8	Très-nuageux..........	N. O.
7	746,78	+ 7,7		746,20	+11,7		746,26	+ 9,6		747,22	+ 5,9		+12,3	+ 5,1	Quelques éclaircies......	S. O.
8	747,25	+ 7,6		746,28	+11,5		746,06	+ 7,1		746,11	+ 6,9		+13,0	+ 3,5	Couvert...............	S. O.
9	745,23	+ 9,6		745,06	+10,1		744,42	+10,0		744,87	+ 7,1		+12,0	+ 5,8	Pluie.................	S. S. O.
10	744,08	+11,0		743,66	+11,6		742,92	+11,1		744,19	+ 6,3		+12,1	+ 4,5	Quelques éclaircies......	S.
11	749,32	+11,6		750,90	+13,3		751,84	+14,0		754,61	+ 9,2		+15,0	+ 5,0	Très-nuageux..........	E. N. E.
12	754,48	+12,2		753,32	+11,4		752,30	+11,9		753,87	+ 7,8		+13,0	+ 6,1	Couvert...............	S. O.
13	757,47	+10,8		757,73	+12,7		757,97	+13,2		759,57	+ 8,7		+13,9	+ 6,5	Très-nuageux..........	N. N. O.
14	759,12	+ 7,9		759,38	+11,0		759,13	+14,5		761,34	+10,0		+14,8	+ 6,8	Pluie.................	N. N. E.
15	762,78	+ 7,5		762,49	+ 9,8		761,88	+12,9		761,92	+11,3		+13,4	+ 6,2	Couvert...............	N. N. O.
16	762,43	+ 9,2		762,30	+11,6		762,07	+12,4		762,52	+10,8		+12,9	+ 7,2	Couvert...............	N. fort.
17	759,56	+13,2		758,84	+14,6		758,53	+12,6		758,48	+10,4		+14,9	+ 7,2	Couvert...............	O. N. O.
18	757,63	+ 7,8		756,57	+ 9,8		755,26	+10,9		753,06	+ 8,3		+11,7	+ 5,9	Quelques éclaircies......	N. N. O.
19	751,33	+10,4		751,08	+11,8		750,32	+12,5		751,27	+ 8,6		+13,0	+ 7,6	Couvert...............	N. N. O.
20	751,84	+ 8,8		751,81	+10,8		751,47	+11,3		752,33	+ 7,9		+12,3	+ 6,2	Très-nuageux..........	N. O.
21	750,45	+10,9		749,71	+ 9,0		748,19	+10,9		746,64	+ 7,1		+12,4	+ 3,8	Pluie par moments......	O. S. O.
22	743,79	+ 9,5		745,60	+ 8,9		746,84	+ 8,1		749,14	+ 7,9		+10,1	+ 6,3	Couvert...............	O. N. O.
23	751,46	+10,8		751,63	+11,2		753,18	+ 7,9		754,13	+ 7,3		+12,0	+ 7,2	Couvert...............	O. N. O.
24	755,81	+13,7		754,11	+16,0		753,30	+16,6		754,36	+ 9,4		+17,1	+ 5,0	Très-nuageux..........	O. S. O.
25	752,18	+13,8		750,65	+17,8		749,46	+18,3		749,48	+12,2		+18,8	+ 7,5	Nuageux...............	O. S. O.
26	748,83	+15,4		748,45	+16,7		747,94	+17,4		748,62	+14,4		+18,9	+ 6,9	Nuageux...............	O.
27	748,37	+17,8		747,93	+19,9		746,69	+21,9		748,33	+14,5		+22,3	+10,1	Couvert...............	E.
28	750,50	+18,5		750,08	+20,5		748,86	+20,8		748,47	+16,1		+22,5	+10,5	Couvert...............	S. E.
29	746,91	+15,5		746,60	+16,1		745,84	+17,2		745,75	+14,0		+17,9	+13,5	Pluie.................	O. N. O.
30	749,01	+11,3		750,35	+12,4		752,13	+13,0		756,57	+10,8		+13,2	+11,0	Couvert...............	O. N. O.
31	761,81	+13,8		761,91	+17,9		761,63	+18,5		761,95	+14,6		+19,0	+ 8,2	Quelques nuages.......	N. O.
1	752,02	+10,5		751,58	+12,3		750,86	+12,2		750,96	+ 8,4		+13,8	+ 7,0	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
2	756,60	+ 9,9		756,44	+11,7		756,08	+12,6		756,90	+ 9,3		+13,5	+ 6,5	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 5,759
3	750,83	+13,8		750,63	+15,1		750,37	+15,5		751,22	+11,6		+16,7	+ 8,2	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 5,187
	753,07	+11,5		752,81	+13,1		752,37	+13,5		752,97	+ 9,8		+14,8	+ 7,2	... Moyenne du mois......	+11°,0



COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réfutation des théories établies par* M. de Mirbel *dans son Mémoire sur le* Dracæna australis (Cordyline australis); *par* M. CHARLES GAUDICHAUD. (Quatrième partie.)

« J'ai eu l'honneur de vous montrer, dans l'avant-dernière séance, des anatomies faites sur le même *Cordyline australis* qui a servi de sujet au Mémoire de M. de Mirbel, et je pense vous avoir prouvé que les choses ne se passent pas, dans ce végétal, ainsi qu'on vous l'a annoncé; que les filets n'ont rien du mode de décussation qu'on leur prête, et que, sous ce rapport encore, notre savant confrère s'est complétement trompé.

» Je vais, aujourd'hui, continuer mes réfutations, en vous prouvant, par de nouvelles observations, que ce qu'on vous a dit du tissu générateur n'est pas moins hasardé que tout le reste.

» Mais auparavant, permettez-moi de vous exposer de nouveaux faits anatomiques qui m'ont été fournis par l'étude d'un bourgeon axillaire, par celui d'une bouture et par la bouture elle-même.

» J'ai dit que cette tige de *Cordyline australis*, dont M. de Mirbel a détaché la cime, était morte dans 25 centimètres de sa partie supérieure; qu'au-

dessus de cette limite, jusqu'à la base du tronc, elle s'était conservée vivante et fraîche, et qu'elle portait, vers le sommet de cette dernière portion, trois jeunes bourgeons inégaux en développement, mais qui dataient probablement de l'époque de l'amputation : je vous ai dit encore qu'ayant enlevé un de ces bourgeons (le plus vigoureux et aussi le plus inférieur), j'avais soumis la tige entière à l'action d'une macération convenablement mesurée.

» Je dois ajouter, à ce sujet, que j'ai coupé le bourgeon au ras du tronc, mais de manière à ne pas empiéter sur celui-ci, afin de préserver les tissus radiculaires qu'il avait produits, et qui, je le savais d'avance, formaient la sorte de griffe ou empatement qui, dans ce cas, relie ou greffe le bourgeon au tronc.

» La macération, suivie pour ainsi dire jour par jour, n'a cependant pas été assez longtemps prolongée pour mettre les filets radiculaires des trois bourgeons complétement à nu; mais assez, toutefois, pour les rendre visiblement distincts, et prouver qu'ils descendent bien réellement des bourgeons.

» Examinez-les, messieurs, et vous reconnaîtrez que ces filets radiculaires, longs tout au plus de 5 à 6 millimètres, partent bien de la base des jeunes bourgeons; qu'ils sont plus gros à leurs points de départ qu'à leurs extrémités, où d'ailleurs ils se terminent en pointes effilées qui s'effacent insensiblement; que tous finissent par se perdre entièrement, de haut en bas; et que rien, absolument rien, n'autorise à croire qu'ils viennent des régions inférieures du tronc.

» L'étude microscopique du jeune bourgeon provenant de cette tige et de celui de la bouture, m'a démontré, comme d'ailleurs celle de tous les bourgeons de Monocotylés que, dans le cours de mes recherches, j'ai été à même d'observer :

» 1°. Que les filets intérieurs ne se ramifient jamais à leurs sommets, et que, conséquemment, ils ne peuvent envoyer leurs divisions d'un côté de la tige à l'autre;

» 2°. Que tous naissent droits, au centre des filets les plus inférieurs et les plus anciens, et qu'ils sont courbés en arceaux par les deux effets que j'ai décrits dans les précédentes parties de ce Mémoire, c'est-à-dire supérieurement, par les feuilles constituées et incessamment déjetées, dans toutes les directions, du centre vers la circonférence; inférieurement, par la tendance naturelle organique qu'ont leurs prolongements inférieurs à se porter en dehors de tous ceux des phytons qui les ont précédés dans l'organisation;

» 3°. Que, dans ce cas, en effet, tous ces filets se dirigent vers la base

de la tige, et précisément du côté de l'insertion de leurs feuilles respectives, ou à quelques degrés plus à droite ou plus à gauche;

» 4°. Que pas un ne passe normalement d'un côté de la tige à l'autre;

» 5°. Enfin, que tous descendent régulièrement dans des sortes de voies qui leur sont naturellement préparées, spécialement réservées, et dont les traces, dont j'ai plusieurs fois parlé, sont toujours prédisposées, très-distinctes, souvent même visibles à l'œil nu.

» La jeune bouture que voici a été faite avec un bourgeon axillaire qui s'est développé au sommet d'une tige tronquée, et qu'on a enlevé avec environ 3 centimètres de la tige. Cette bouture, au moment où elle m'a été donnée, avait 18 centimètres de longueur du sommet du bourgeon à la base de la souche. Cette souche était munie de quarante à cinquante racines de tous les âges, dont les plus récentes partaient de sa périphérie, et généralement de l'extrémité inférieure; ce qui prouve bien que, en réalité, cette souche n'est qu'une grosse racine.

» Ce qui s'est produit, dans ce cas, est assez curieux pour être complétement décrit.

» Au fur et à mesure que le bourgeon s'est développé (1), et que la tige a grandi, des tissus radiculaires sont arrivés, de haut en bas, sur le lambeau resté vivant de la tige ancienne, et ont incessamment tendu à l'envelopper de leur réseau.

» Peu à peu, un léger mamelon radiculaire s'est formé au-dessous du bourgeon, sur ce lambeau de vieille tige, et a ainsi commencé la racine primordiale ou souche de cette bouture; souche de la superficie de laquelle des racines fibreuses sont parties pour aller pénétrer dans le sol.

» Le bourgeon, qui a continué de se développer en hauteur, c'est-à-dire de former des phytons, a également continué d'envoyer des filets radiculaires, lesquels, après avoir parcouru, toujours de haut en bas, la nouvelle tige dans toute sa longueur, ont poursuivi leur marche descendante en passant sur le bout du vieux tronc, jusqu'à l'extrémité de la souche, où ils ont également formé de nouvelles racines superficielles. De cet effet incessant de descension des filets radiculaires et de développement des tissus cellulaires qui les précèdent constamment, il est résulté que la souche s'est allongée, notablement élargie, et que la base des premières racines s'est trouvée enfouie sous une épaisse couche ligneuse.

---

(1) On sait que ce phénomène est produit par l'addition incessante de nouveaux individus ou phytons qui s'engendrent dans le centre du bourgeon.

» Les mêmes effets se continuant (et ils se continuent pendant toute la vie du végétal), et de nouvelles racines naissant de temps en temps à la périphérie du corps ligneux de la souche, il est résulté un phénomène dont je ne vous présente ici qu'un très-petit exemple, mais dont la première tige de *Cordyline australis* que je vous ai montrée offrait un très-grand.

» Ce phénomène est celui de racines qui ont l'air d'être indifféremment sorties du centre de la souche, de tous les points de la partie moyenne et de la périphérie de tout son corps ligneux, où vous pouvez en voir qui sont à l'état naissant; tandis qu'en réalité toutes se sont formées, aux différents âges du végétal, directement à la circonférence du corps ligneux. D'où il résulte que, dans tous les végétaux franchement vasculaires, monocotylés et dicotylés, chaque couche annuelle de bois a ses racines propres, distinctes ou confondues, sous forme de zones concentriques, avec les racines générales.

» Les couches annuelles, dans les Monocotylés, surtout dans ceux qui proviennent des régions tropicales, sont généralement peu marquées et ne se séparent que difficilement; mais elles sont très-évidentes dans les Dicotylés où nous voyons que chaque couche ligneuse est très-distincte et produit ses racines ou ses élongations partielles de racines.

» Je n'ai, en ce moment, sous la main qu'un seul exemple de ce fait à vous montrer; mais il suffira pour vous faire comprendre le singulier phénomène d'emboîtement des couches annuelles, l'indépendance de celles-ci, et, si je puis m'exprimer ainsi, l'isolement parfait dans lequel vivent ces couches, leurs rameaux, et surtout leurs racines respectives.

» Dans cette bouture de *Cordyline australis*, comme maintenant vous le concevez, il n'y avait pas de collet générateur; conséquemment, pas de filets montant par un bout et descendant par l'autre; pas de racines, non plus, pour envoyer, de bas en haut, des filets sur la jeune tige; il n'existait qu'un faible bout de vieux bois vivant et un bourgeon qui, en grandissant, c'est-à-dire en engendrant incessamment de nouveaux phytons, a formé un rameau.

» Mais on y trouvait cette cause universelle qui fait constamment naître des individus les uns des autres et les uns au-dessus des autres. Dès qu'ils sont arrivés à un certain point de développement, ils envoient des filets radiculaires ou ligneux qui descendent successivement et d'une manière incessante en dehors de tous ceux qui les ont précédés dans l'organisation, depuis le bourgeon jusqu'à la base de la jeune tige, jusqu'à la base de sa souche qui ne tarde pas à se former et enfin jusqu'à celle des racines qui apparaissent immédiatement après. Ce sont donc les mêmes filets radiculaires qui, après avoir

accru le diamètre de la jeune tige, sont descendus sur le fragment de l'ancienne, et qui, ayant entouré et vivifié celle-ci, ont continué régulièrement leur marche descendante jusqu'à l'extrémité de la souche et des racines.

» Excepté le système ascendant qui, par la superposition des mérithalles tigellaires de tous les individus ou phytons nés du végétal, a produit l'accroissement en hauteur, tous les développements ont donc eu lieu du sommet de la jeune plante à sa base, sans collet, sans souche et sans racines, puisque ces parties n'existaient pas et qu'elles n'ont pu se constituer que sous l'empire du bourgeon.

» Veuillez, je vous en prie, messieurs, examiner cette bouture disséquée où vous connaîtrez facilement :

» 1°. Le petit fragment d'où est sorti le bourgeon et qui porte maintenant la tige sur l'un de ses côtés (1);

» 2°. La jeune tige encore munie de son bourgeon terminal;

» 3°. L'empatement ligneux que les filets radiculaires forment sur le fragment de tige ancienne, au-dessous du rameau;

» 4°. Ces mêmes filets radiculaires qui, extérieurement, tendent à envelopper de plus en plus cette rondelle de vieux bois et qui y ont perpétué la vie;

» 5°. La souche ligneuse qui a progressivement grandi en tous sens et sur laquelle on voit distinctement se prolonger les filets qui viennent de la tige;

» 6°. Les racines, dans lesquelles les filets vont pénétrer et se perdre; lesquels, selon leur âge, partent du centre, de la partie moyenne ou de la circonférence;

» 7°. Enfin, les filets ligneux anciens qui, dans la partie centrale de la souche, sont arrivés, de haut en bas, dans les racines de cette région.

» Il est vrai qu'en pénétrant dans les racines ces filets se greffent étroitement entre eux, modifient leur organisation, deviennent plus compactes et se confondent en apparence; mais ils n'en continuent pas moins leur marche descendante. Nous connaissons pourtant des racines dans l'intérieur des-

---

(1) Il est bien inutile de rappeler ici ce que j'ai dit dans mes principes d'organogénie, d'organographie et dans mes Notes, sur la faculté qu'ont de simples fragments encore vivants de parties végétales quelconques, de perpétuer longtemps leur existence cellulaire par l'action vivifiante des individus vasculaires ou phytons. Ce fait est connu et admis, et chacun sait aujourd'hui que les vieux arbres ne vivent plus que de la vie des jeunes individus qu'ils engendrent annuellement, et qu'ils meurent dès que ceux-ci viennent à manquer.

quelles ils descendent souvent très-avant sans pour ainsi dire changer de nature. Faites macérer des racines d'*Arundo donax;* fendez-les longitudinalement en deux, et vous trouverez la preuve de ce que je vous avance (1).

» Je le répète donc, peut-être pour la cinquantième fois, chaque groupe végétal vasculaire a son type particulier d'organisation, mais tous sont soumis aux mêmes modes de développement; tous obéissent aux mêmes forces, aux mêmes causes, aux mêmes puissances; tous sont régis par les mêmes lois organiques.

» C'est vainement qu'on voudra nous opposer quelques anomalies qui se remarquent dans la nature des tissus du système descendant et surtout du système ascendant de quelques végétaux en quelque sorte aériens, subterranés, aquatiques, marins, parasites, etc.; elles seront, j'espère, complétement expliquées un jour par la physiologie. Nous les accepterons donc comme anomalies, mais nous leur refuserons le rang qu'on voudrait leur donner d'exceptions capables de renverser la règle générale.

» Bien loin de les éviter ou de les repousser, nous les appellerons à notre aide, car nous en avons besoin et comptons nous en servir pour consolider et mieux généraliser la loi qui préside aux développements et aux agencements des tissus divers, ainsi qu'aux fonctions générales et particulières des végétaux.

» Loin donc, je le réitère, de considérer les anomalies organiques, même les plus remarquables, qui semblent caractériser quelques rares végétaux croissant sinon anormalement, du moins dans des conditions toutes particulières, tout exceptionnelles, comme des objections, des entraves, des obstacles capables d'arrêter nos généralisations, nous les rechercherons au contraire avec empressement : car ce sera surtout avec les végétaux qui les produisent que nous tenterons d'éclairer les voies de la physiologie, encore si étroites et si obscures de nos jours, qu'on ne peut raisonnablement les parcourir, ni même, sans témérité, s'y hasarder.

» C'est, en effet, à ces végétaux que, plus particulièrement, nous demanderons, par exemple, l'explication des phénomènes les plus essentiels de leur existence, tels que l'absorption, la respiration, la circulation, etc., phénomènes qui, tout modifiés que bien certainement ils sont dans ces groupes, ne s'y accomplissent pas moins à des degrés divers.

» Il nous suffira donc de comparer l'organisation et les fonctions générales

---

(1) Je cite cet exemple, pris sur une des plantes les plus vulgaires, parce que le fait que je signale y est d'une facile vérification.

de ces êtres avec l'organisation et les fonctions de ceux qui croissent normalement sur le sol et dans l'air, pour établir les doubles différences qui existent entre eux, et, de proche en proche, remonter jusqu'aux causes qui les déterminent; et pour prouver que, malgré les notables différences qu'ils présentent, tous sont soumis aux trois grandes forces qui régissent la végétation : 1° la force individuelle qui préside au développement des phytons, et produit l'accroissement vertical ou en hauteur; 2° la force qui détermine l'organisation et la descension des filets radiculaires, et de laquelle résulte, conjointement avec la force de rayonnement, l'accroissement diamétral ou en largeur.

» Ce travail, je ne me le suis pas dissimulé, sera long et pénible, et d'autant plus que les végétaux sont comme d'obscurs oracles dont les réponses ne sont que des signes, et ces signes eux-mêmes des problèmes trop souvent inexplicables.

» Vous leur demandez, par exemple, quelle est la cause de telle ou telle fonction spéciale ou générale, et ils ne peuvent vous répondre que par tel ou tel trait spécial ou général de leur organisation; par les différences ou anomalies qu'ils vous présentent; par leurs stations infinies, ou, en d'autres termes, par les milieux dans lesquels ils sont appelés, eux et leurs parties, à remplir les phases de leur existence.

» Ne vous étonnez donc pas, messieurs, si la science de la physiologie marche si lentement; c'est que, jusqu'à ce jour, elle n'a été bien comprise que par de rares interprètes, lesquels, malheureusement, n'ont pu lui consacrer qu'une faible partie de leur vie et de leur talent. Les noms de ces hommes éminents, qui ont pris la science au sérieux, et en ont fait un second culte, sont tous au bout de ma plume, et je pourrais vous les citer; mais vous connaissez trop bien leurs travaux, ceux surtout qui ont été faits sur les plantes qui vivent ordinairement au sein des eaux, etc., pour qu'il soit nécessaire de vous en citer ici les auteurs.

» Pour se rendre un compte exact des fonctions des végétaux, il faut donc commencer par étudier leur organisation, les causes qui la produisent et la dirigent, et les conditions sous l'influence desquelles elle s'exerce.

» Nous ne pouvons encore pénétrer jusqu'aux causes premières qui, sous l'active influence physiologique des tissus, produisent les combinaisons: personne encore n'a pu assister à ces mystérieux phénomènes de la nature; mais nous nous sommes rendus maîtres des effets, et c'est par ces effets que nous sommes remontés jusqu'aux causes. C'est aussi pour cela que de notre côté nous vous avons proposé la doctrine phytologique des phytons, c'est-à-dire

celle qui enseigne que les végétaux croissent en hauteur par la superposition des mérithalles tigellaires de tous les individus ou phytons composant le végétal, en largeur et inférieurement, par la production des filets radiculaires engendrés par ces mêmes phytons.

» L'Académie ne peut avoir oublié les preuves matérielles, si nombreuses et si évidentes, que je lui ai fournies, et que je suis prêt à lui produire encore, de l'accroissement ligneux du sommet du végétal à la base, dans les Monocotylés et les Dicotylés; et elle sait très-bien que M. de Mirbel ne lui en a pas encore apporté une seule qui fût à l'appui de ses assertions et contraire aux miennes.

» C'est donc, selon moi, à la doctrine phytologique des mérithalles que nous devons rattacher les vrais principes de la physiologie.

» Que voulez-vous qu'on fasse de régulier, d'exact, même de raisonnable en physiologie végétale, si l'on applique les principes de cette science à des causes d'ascension, alors que tout nous démontre que c'est le contraire qui a lieu?

» Je concevrais le doute sur ce sujet, si notre savant confrère nous avait apporté quelques effets de végétation contraires à ceux que j'ai obtenus; mais je vous l'ai dit, messieurs, et je l'assure encore, cela n'est pas possible.

» On pourra modifier quelques points de la doctrine des phytons, apprécier mieux quelques-uns des faits qui s'y rattachent, changer les noms, etc.; mais on ne fera jamais monter ce que la nature a destiné à descendre.

» On vous parlera aussi d'anomalies et de faits peut-être encore incompris; on citera partout des objections nombreuses qui doivent renverser tout l'échafaudage que, dit-on, j'ai élevé, etc. Mais je connais toutes ces objections! J'en ai une douzaine dans mon portefeuille, et si, quoique fatigué de les attendre, d'en entendre sans cesse parler, et de savoir qu'on les proclame bien haut dans beaucoup de lieux, je ne vous les apporte pas moi-même, c'est que je ne veux rien faire qui puisse ressembler à une agression. Je laisse ce rôle aux antagonistes de la théorie des phytons. Mais elles nous viendront, j'en ai l'assurance, et nous les apprécierons à leur valeur.

» Dans tous les cas, si elles ne venaient pas naturellement d'elles-mêmes, et si nous en avions absolument besoin, nous pourrions les aller chercher, car nous savons où elles se trouvent.

» Attendons-les donc, messieurs; mais pour le moment, déclarons avec franchise, et en assumant toute la responsabilité de nos paroles, que presque tous les principes d'organographie et de physiologie établis jusqu'à ce jour dans la science sont de tout point contraires à la vérité; que les

quatre cinquièmes au moins ne reposent que sur des idées spécieuses; qu'ils sont conséquemment sans bases, sans preuves, sans rien qui puisse les étayer ni les démontrer, et qu'ils s'évanouissent même, pour la plupart, devant la moindre analyse sérieuse qu'on en fait. On a donc, du moins selon moi, enseigné jusqu'à ce jour, et bien sans le vouloir sans doute, l'erreur à la place de la vérité.

» Voyons maintenant, seulement par quelques mots, ce que c'est que le tissu générateur.

» Aussi longtemps qu'on ne s'est occupé que de l'organisation des Dicotylés, on s'est tiré d'affaire, tant bien que mal, avec un être de raison nommé CAMBIUM.

» Mais dès qu'il a été question d'étudier les Monocotylés et qu'on a vu l'impossibilité de leur appliquer ce nom, on s'est bien vite empressé d'en créer un autre qui, à mes yeux, a exactement la même valeur. Je veux parler du tissu générateur que, depuis assez longtemps, M. de Mirbel a introduit dans la science.

» Nous n'avons que faire de rechercher dans quelles circonstances ce nom a pris naissance, ni quel rôle on lui a déjà fait jouer ailleurs; nous y reviendrons en temps plus convenable.

» Nous le prendrons tel qu'il nous a été donné dans le Mémoire sur le *Dracæna australis* (*Cordyline australis*), qui nous occupe en ce moment.

» Pour cela, suivons textuellement M. de Mirbel.

« Depuis que j'ai porté mon attention sur le *Dracæna*, dit M. de Mirbel » (*Comptes rendus* de l'Académie, 7 octobre 1844, page 697, ligne 34), je » me suis fort préoccupé de cette couche utriculaire mince, délicate, » transparente, qui, d'un côté, tient à l'écorce, et, de l'autre, à la région » intermédiaire. »

» Nous sommes ainsi déjà fixés, par ce peu de mots, sur la nature et la position du tissu générateur, puisque c'est le corps auquel nous avons donné le nom de périxyle et qui limite l'écorce dans sa partie intérieure, et le bois dans sa partie extérieure.

» Continuons nos citations: « L'œil (*Comptes rendus*, page 698, ligne 2), » à l'aide d'un puissant microscope, ne tarde pas à découvrir çà et là, *dans* » *la partie la plus excentrique de ce tissu*, de très-petits espaces vagues et » nébuleux. Quelquefois aussi, dans certaines places, il semble qu'il y ait eu » déformation ou même dissolution de membranes utriculaires. Là se pro- » duisent et s'accumulent confusément des granules d'une extrême peti-

» tesse. A cette espèce de chaos succèdent bientôt l'ordre et la symétrie. Les
» granules se meuvent, se rencontrent, s'ajustent ensemble comme si *elles*
» étaient *animées*, et, si j'ose le dire, bâtissent des utricules qui ne diffèrent
» de celles qu'on voit communément que parce que leurs parois sont mame-
» lonnées, et il n'est pas rare que, dans cet état, ces utricules se groupent
» et se disposent de manière à former des filets. Peu après, les mamelons
» des granules s'effacent, et l'on ne voit plus rien qui distingue ces utricules
» des autres. »

» Ainsi donc c'est le tissu générateur situé entre la région corticale et la région intermédiaire, qui, dans sa partie extérieure, éprouvé tous les effets que nous venons de décrire pour constituer des utricules disposées de manière à former des filets, et qui, dès ce moment, ne se distinguent plus des autres.

» Nous n'avons rien dit, dans le temps, des utricules qui, dans le phyllophore du Dattier, tourbillonnent par l'effet d'une tendance tout à la fois spirale, centrifuge et ascendante, vers la circonférence qu'elles accroissent et le sommet qu'elles exhaussent (*Comptes rendus*, 12 juin 1843, pages 1226-1227); il y avait cependant quelques observations à faire à ce sujet.

» Nous devrions peut-être aussi nous abstenir de parler de ce qu'on dit relativement à la déformation et à la dissolution des utricules du tissu générateur; de l'ordre et de la symétrie qui succèdent à ce chaos; des granules qui bâtissent de nouvelles utricules, lesquelles, en fin de cause, ne se distinguent plus des autres, et qui, cependant, commencent les filets.

» Mais comment garder le silence en présence de faits si contraires à tout ce qui existe!

» Bornons-nous cependant à dire, sur ce point,

» 1°. Que les filets ligneux ne se forment pas à la partie la plus excentrique de ce qu'on nomme le tissu générateur (périxyle); que, s'ils naissaient en dehors de ce tissu, celui-ci serait, chaque année, refoulé vers le centre;

» 2°. Que les filets ligneux se constituent tous en dedans de cette couche de périxyle (1) ou tissu générateur, et n'en sortent jamais que pour passer dans les racines;

---

(1) D'où le nom que je lui ai donné.

» 3°. Qu'ils se composent, dès leur première origine, non d'utricules rangées bout à bout, et semblables aux autres, mais de tissus fibrillaires très-ténus et très-longs comparativement aux tissus cellulaires ambiants, pointus diversement échelonnés et enchevêtrés entre eux, et dans lesquels on ne distingue pas encore de vaisseaux.

» Ajoutons à ces faits positifs quelques-unes des suppositions de M. de Mirbel, puisque, sur ce point encore, elles vont mettre ce savant en contradiction avec lui-même.

» Si les filets naissent de la périphérie interne du stipe (1), ils ne proviennent donc pas du tissu générateur qui est situé à la périphérie externe, c'est-à-dire en dehors de la région intermédiaire ou ligneuse.

» Tout ce que M. de Mirbel a dit dans son Mémoire sur le Dattier et sur le *Dracæna* (*Cordyline*) est, chacun en conviendra, extrêmement vague. Mais ne discutons pas sur ce point, et contentons-nous de prendre les faits tels qu'ils ont été exposés.

» Il y a, selon notre savant confrère, des filets précurseurs et des filets capillaires. Ceux-ci, si j'ai bien compris, forment un faisceau central qui s'accroît et se reproduit incessamment et constamment au centre supérieur des stipes. Il y a donc, au centre de ces tiges, un tissu générateur?.... Les autres, qui, selon notre savant confrère, font leur décussation en passant d'un travers de tige à l'autre, ainsi que de la région centrale à la région intermédiaire des stipes et des souches, rencontrent donc aussi nécessairement dans ces régions centrales et intermédiaires le tissu générateur qui sert à les former? Je pourrais encore faire de très-nombreuses citations, mais je m'arrête là, messieurs.

» L'Académie comprendra suffisamment que, d'après M. de Mirbel lui-même, le tissu générateur est partout, excepté là où ce savant l'a placé.

» Celui qu'il a décrit serait-il uniquement réservé à l'organisation des filets ligneux qui, selon lui, montent des racines et du collet dans le stipe, précisément par où moi je fais descendre les filets radiculaires? C'est ce que, dans l'état actuel des choses, il est impossible de décider. Mais nous reviendrons

---

(1) M. de Mirbel entend bien par ce nom de périphérie interne la partie interne d'un corps quelconque. Or, je l'ai attribué à la surface interne de la région intermédiaire ou ligneuse, c'est-à-dire au point où finit la région ligneuse et où commence la région médullaire. J'aurais de bien plus fortes critiques à faire s'il en était autrement.

sur ce sujet important dès que nous aborderons les faits de l'organogénie des tissus, et surtout quand nous parlerons de la double végétation, autre théorie anciennement proposée par notre savant confrère, et à laquelle, d'ailleurs, tout nous porte à croire qu'il a aussi l'intention de revenir. Alors il nous sera facile de prouver qu'il y a du tissu générateur en dehors de celui qu'il a décrit, comme il nous a lui-même prouvé qu'il en existe en dedans.

» Ce nom, sans valeur aucune, est donc du nombre de ceux qu'il faudra se hâter de rayer du vocabulaire de la science; car, ainsi que je contracte l'obligation de le démontrer, tous les tissus cellulaires, pris dans la véritable acception de ce mot, sont générateurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Lucines et des Corbeilles; par* M. A. VALENCIENNES.

« Les anatomistes qui se sont occupés de l'étude des Mollusques acéphales, c'est-à-dire de cette classe nombreuse d'animaux voisins des Huîtres, des Moules, etc., regardent comme un des caractères constants de ces êtres que l'organe respiratoire, fixé de chaque côté du corps sous les lames du manteau, soit composé de deux paires de feuillets branchiaux; c'est-à-dire que, sous l'enveloppe générale du corps, il y a quatre branchies placées symétriquement de chaque côté de la masse viscérale.

» Ces branchies sont, chez les uns, pectinées ou composées de petites lames étroites et triangulaires serrées les unes contre les autres; les Huîtres, les Peignes, les Spondyles offrent des exemples de cette structure générale qui rappelle celle des branchies de presque tous les poissons osseux. Chez d'autres Mollusques acéphales, les lamelles pectinées sont réunies par de nombreuses brides transversales qui donnent au feuillet branchial plus de consistance et le rendent plus épais; les Anodontes, si communes dans toutes nos eaux douces, présentent, avec un grand nombre d'autres acéphales, des exemples de cette structure : conformation rare dans les poissons; car le Xiphias est le seul qui m'ait offert cette disposition.

» Quelle que soit d'ailleurs l'organisation des branchies des Mollusques, il est d'ailleurs reconnu et établi par les malacologistes, que tous les acéphales ont quatre feuillets branchiaux. Cette règle générale est fondée jusqu'à présent sur l'étude de plusieurs centaines d'animaux de cette classe.

» Entre les feuillets et près de l'une des extrémités que l'on nomme l'antérieure, se trouve la bouche, ouverture ronde donnant immédiatement dans

l'œsophage, sans aucun organe dur pour la mastication, sans tubercule lingual extérieur; elle est entourée de petits replis qui prennent le nom de lèvres et qui sont souvent ornés d'appendices ou de filaments fraisés assez variables selon les genres. Au delà des lèvres, et de chaque côté du corps, il y a deux petites languettes triangulaires traversées par des rides nombreuses qui donnent à ces organes une apparence des lames branchiales : on les nomme les palpes labiaux.

» Il me suffit d'avoir rappelé ces traits extérieurs des Mollusques acéphales pour faire mieux comprendre ce qui va suivre.

» Je viens aujourd'hui communiquer à l'Académie une observation contraire à la règle générale des quatre lames branchiales. La famille des Lucines se compose de Mollusques qui n'ont qu'un seul feuillet branchial de chaque côté de la masse viscérale et du pied. Cette branchie unique ressemble à celle des Anodontes : elle est grande, épaisse, formée de lamelles pectinées et anastomosées.

» J'ai observé d'abord ce fait singulier sur le *Lucina jamaicensis*. Frappé de cette particularité que je retrouvais constante sur tous les individus de la collection du Muséum d'histoire naturelle, j'ai voulu de suite vérifier si cette différence se répétait sur d'autres espèces de Lucines, ou sur des animaux voisins de ceux-ci.

» J'ai vu la même conformation chez un Mollusque longtemps placé parmi les Vénus que Lamarck et ses imitateurs classaient dans le genre des Cythéries, mais que j'avais cru devoir rapprocher des Lucines, à cause de l'insertion et de la nature du ligament des deux valves. Je veux parler du *Venus tigerina*, Linné.

» Mes prévisions se sont donc vérifiées à ce sujet, car le caractère bien plus important de l'unité du feuillet branchial ne peut laisser le moindre doute sur l'affinité des deux Mollusques qui se ressemblent, en outre, par plusieurs autres détails de leur organisation, quoique les coquilles soient assez dissemblables, sauf le ligament.

» Une troisième espèce bien connue des conchyliologistes, le *Lucina columbella*, Lam., des mers du Sénégal, n'a aussi qu'un seul feuillet branchial de chaque côté du pied.

» Enfin une petite espèce, très-abondante sur toutes les côtes sablonneuses de la Méditerranée, le *Lucina lactea*, Lam., dont Poli constituait un genre distinct sous le nom de *Loripes*, n'a aussi qu'une seule lame branchiale.

» Mais ce n'est pas tout. Il existe, dans les archipels de la Polynésie, un Mollusque acéphale dont la coquille, d'une forme élégante, longtemps rare et recherchée par conséquent dans les cabinets, est bien connue. On lui donne le nom de *Corbeille;* Linné l'avait nommé *Venus corbis*. Lamarck l'avait placé parmi les Lucines. M. Cuvier établit un genre avec cette espèce qui offre, en effet, des particularités faciles à saisir; il la laissait près des Lucines, comme Lamarck l'avait fait avant lui. J'ai été assez heureux pour retrouver un animal de cette espèce parfaitement bien conservé, parmi les collections faites aux îles des Amis, par M. Quoy, et que cet habile zoologiste n'a pas eu le temps d'étudier; du moins il n'en a pas parlé dans la relation du voyage de *l'Astrolabe*. Ce Mollusque n'a aussi qu'une seule branchie de chaque côté de la masse viscérale, et j'ai pu vérifier cette même conformation sur un second individu rapporté des îles Fidgy. Cependant la structure de son pied, non percé, le distingue des animaux des Lucines.

» On avait pu croire, par la seule comparaison des coquilles, que les Ongulines avaient des affinités avec les Lucines. Nous connaissons le Mollusque de ce genre par la bonne description anatomique faite et publiée par M. Duvernoy. Comme cet habile anatomiste y a trouvé quatre lamelles branchiales, on ne peut donc plus admettre de rapprochement entre les Ongulines et les Lucines. Mes recherches confirment ainsi les rapports que M. Duvernoy a saisis entre les Ongulines et les Mytilacés.

» Il résulte donc de l'observation que je présente à l'Académie, que les Lucines et les Corbeilles diffèrent de tous les Mollusques acéphales par un caractère saillant, savoir: qu'ils n'ont de chaque côté du pied et des viscères qu'une seule branchie.

» Puisque j'ai vérifié ce fait sur des animaux habitant la Méditerranée, les côtes d'Afrique, les mers des Antilles, celles du Brésil et celles de l'Inde, on est conduit à l'admettre comme un fait général chez les animaux de cette famille; on ne peut le regarder comme une simple exception, ce que l'on aurait été tenté de se demander si je n'avais observé qu'un seul individu, ou peut-être même qu'une seule espèce de Lucine.

» Cette grande exception n'est pas la seule que présentent les Lucines: l'orifice de la bouche est très-petit, entouré de deux faibles et minces replis de la peau, qui ne se voient qu'avec la plus grande attention: ce sont des rudiments de lèvres.

» Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que les palpes labiaux man-

quent tous quatre. On peut croire qu'il y en a des vestiges chez l'animal de la Corbeille.

» Poli a donné une figure fort reconnaissable de son *Loripes*, ou du *Lucina lactea*. On voit qu'il n'a été préoccupé dans ses recherches que de la singularité du pied de l'animal, car il a représenté les branchies couchées à droite et à gauche des viscères, sans faire attention à l'exception si remarquable du nombre des lames. Comme M. Cuvier n'a parlé du *Loripes* que pour vérifier les remarques de l'anatomiste napolitain sur le pied de ce Mollusque, on conçoit comment il n'a pas signalé l'absence d'une paire de branchies. Je dois, d'ailleurs, ajouter que le *Lucina lactea*, observé par ces maîtres habiles, est un tout petit Mollusque qui n'a que 1 à 2 centimètres de diamètre, tandis que j'ai eu le bonheur d'avoir à examiner des Lucines qui ont 5 à 6 centimètres de diamètre; l'observation a donc été fort aisée, et une fois que j'ai connu la possibilité de l'existence d'une seule lame branchiale dans les *Lucina jamaicensis* et *Lucina tigerina*, il m'a été facile de constater la même organisation sur les plus petits individus du *Lucina lactea* de la Méditerranée.

» La conformation du pied de ces Mollusques qui avait attiré l'attention de Poli est fort singulière, mais cet anatomiste ne l'a pas fait connaître complétement; elle mérite cependant d'être signalée. Ce pied est un cylindre charnu, replié sur lui-même pour se cacher entre les lames du manteau du Mollusque, car il a souvent plus de deux fois la longueur du diamètre de l'animal. Quand il n'est pas contracté, il devient beaucoup plus long. Ce qu'il présente de très-remarquable, c'est qu'il est creux dans toute sa longueur, et que ce tube s'ouvre directement et largement dans les lacunes de la cavité viscérale. J'ai constaté ce fait en suivant le canal dans toute sa longueur, soit en le fendant, soit par des injections. Celles-ci ont rempli les lacunes de la masse viscérale, et j'ai cru voir des traces de vaisseaux injectés. Or, si l'on se rappelle les observations que M. Milne Edwards et moi avons communiquées séparément ou en commun à l'Académie sur la circulation des Mollusques et sur les larges communications existantes entre la cavité viscérale et les vaisseaux sanguins des acéphales, on ne sera pas étonné de ce résultat. Mais il y a ici un fait nouveau, très-essentiel à faire remarquer à cause de son importance pour la physiologie des Mollusques; c'est que les cavités intérieures qui contiennent le sang sont mises, par le canal du pied des Lucines, en libre communication avec l'élément ambiant. Le cœur et ce que j'ai pu voir des autres viscères sur ces animaux conservés dans l'alcool, ne m'ont paru présenter rien de remarquable.

» Il résulte donc de cette courte Notice, à laquelle je me borne aujourd'hui, qu'il y a maintenant :

» 1°. Une famille entière de Mollusques acéphales qui n'ont qu'une seule lame branchiale de chaque côté du corps;

» 2°. Que cette famille comprend les genres Lucine et Corbeille;

» 3°. Que le pied des animaux des Corbeilles est très-peu étendu, comprimé et non perforé;

» 4°. Que le pied des Lucines est en même temps un tube musculaire creusé dans toute son étendue, et communiquant avec l'intérieur du corps;

» 5°. Que par l'ouverture du pied des Lucines il y a une communication entre le système sanguin et l'eau dans laquelle vivent ces Mollusques, par l'intermédiaire des lacunes dans lesquelles s'ouvrent l'un et l'autre système. »

Après la lecture du Mémoire de M. Valenciennes, M. **Duvernoy** demande la parole : « Il observe que le fait extrêmenent intéressant, sujet du Mémoire de M. Valenciennes, a été découvert au mois de juillet dernier, dans son cabinet, sur la *Lucina tigerina,* grande espèce provenant de la mer des Antilles.

» M. Duvernoy n'en a parlé qu'en passant, dans la Monographie sur le système nerveux de ce genre qui fait partie des vingt Monographies qu'il a soumises au jugement de l'Académie, et de la Section de Zoologie en particulier, le 23 novembre dernier.

» Il se proposait de revenir sur ce fait intéressant, d'en faire saisir toute l'importance et de voir s'il n'existerait pas d'autres bivalves avec les mêmes caractères exceptionnels dans leurs branchies et dans leurs palpes labiaux. »

« M. **Valenciennes** répond que son intention n'est nullement de contester la véracité de ce que vient de dire M. Duvernoy; mais, le Mémoire de cet habile zoologiste étant resté inédit, aucun extrait de cette partie de son travail n'ayant été publié, les membres de la Section de Zoologie déclarant n'avoir pas pris connaissance du Mémoire de M. Duvernoy, M. Valenciennes croit que la priorité lui appartient; il a de plus étendu l'observation à une famille entière de Mollusques acéphales. »

STATISTIQUE. — *Statistique des caisses d'épargne;* *par* M. le baron CHARLES DUPIN.

« La statistique des caisses d'épargne présente des résultats importants lorsqu'on rapproche les différentes crises que ces caisses ont éprouvées depuis l'origine de leur établissement.

» A mesure que le nombre des déposants s'accroît, les chances d'inégalités, et par conséquent la gravité des crises diminue. C'est ce que démontre victorieusement, pour la caisse de Paris, le tableau suivant :

Comparaison de l'accroissement du nombre des livrets retirés à trois époques de crise.

ÉPOQUES DE LA CRISE.	QUAND LA CAISSE DE PARIS possédait.	PROPORTION du nombre de livrets retirés.
De 1821 à 1822....	14705 déposants.	215 p. 100.
De 1836 à 1837....	80798 déposants.	27 p. 100.
De 1839 à 1840....	112158 déposants.	15 p. 100.

» Telle est la régularité croissante qui doit de plus en plus rassurer sur l'avenir des caisses d'épargne, et la stabilité progressive de leurs dépôts.

» Je me hâte d'examiner en particulier la crise si remarquable de 1837, en m'occupant aussi des sommes remboursées.

» Il y a déjà huit ans, au printemps de 1837, une proposition de loi très-inoffensive, qui changeait un peu la situation des fonds versés à la caisse d'épargne, cette loi dénaturée dans ses intentions par la malveillance, devint le sujet d'une terreur panique dont les effets désastreux se propagèrent avec rapidité.

» La presse périodique des partis les plus contraires mit en harmonie tous ses efforts pour faire vibrer à l'oreille du peuple la défiance et la peur; en neuf semaines, elle parvint, d'une part, à ralentir les versements accoutumés de l'ordre et de l'économie qui, pour ce laps de temps, ne s'élevèrent, dans Paris, qu'à 3410588 fr.; elle parvint, de l'autre part, à précipiter les remboursements sans motifs, qui s'élevèrent à la somme de 7 millions.

» Il me sembla qu'il était possible d'éclairer les classes ouvrières étrangement abusées. Je pensai que la statistique des caisses d'épargne, expliquée avec clarté, avec sincérité, depuis leur première institution, ferait comprendre aux classes ouvrières leurs véritables intérêts. Je pensai qu'il fallait, au nom de la raison publique, faire appel à la confiance de ces classes envers la loyauté d'un Gouvernement qui ne pourrait pas subsister s'il cessait de mériter à la fois les respects et l'amour du peuple. Je me fis un devoir d'inviter, comme je l'ai fait cette année, dans la séance de clôture de mon cours pour l'année 1837, les principaux chefs du commerce et des ateliers parisiens, les magistrats municipaux, et les amis les plus fervents du bien public. Je développai devant eux les motifs puissants qui devaient plus que jamais déterminer les classes laborieuses à conserver leurs dépôts à la caisse d'épargne, à les accroître sans cesse au lieu de les réduire en cédant à des terreurs sans fondement.

» La vérité portée dans tous les ateliers, dans tous les magasins, dans toutes les mairies de la capitale, triompha des mauvaises tendances et des suggestions perfides ; les esprits cédèrent aux conseils de la raison: bientôt disparurent les dernières traces d'une panique propagée avec un art déplorable par tous les organes d'une presse alors subversive.

» Aujourd'hui nous sommes placés en des circonstances qui nous offrent une analogie frappante avec l'année 1837.

» Aux deux époques de 1837 et de 1845, les habitants de Paris se sont effrayés de voir mettre en doute la confiance dans l'institution des caisses d'épargne.

» Il sera d'une haute utilité de comparer dans leurs effets et dans leurs causes deux crises, deux paniques suggérées, l'une et l'autre à plaisir, au milieu d'un calme profond et d'une admirable prospérité. Vous y verrez le progrès de la raison publique; et les espérances des bons citoyens renaîtront, je l'espère, plus joyeuses et plus puissantes que jamais.

» Je veux procéder aujourd'hui comme je l'ai fait en 1837, sans rien dissimuler du côté des dangers ni du côté des espérances.

» A la première époque, j'ai commencé par offrir le tableau complet de la terreur croissante qui saisissait les déposants.

» Voici, dis-je alors, quel est le nombre des déposants à la caisse de Paris, qui ont retiré la totalité de leurs fonds.

	Déposants qui retirent la totalité de leurs dépôts.
Semaine moyenne de janvier.	264
Semaine moyenne de février.	306
Semaine finissant au 3 mars.	517
Semaine finissant au 10 mars.	712
Semaine finissant au 17 mars.	1 036
Semaine finissant au 24 mars.	1 283
Semaine finissant au 31 mars.	1 529

» Ainsi, dans un simple trimestre, le nombre des déposants que la peur éloignait entièrement de la caisse d'épargne de Paris, ce nombre était devenu *cinq fois* plus considérable qu'en janvier.

» Les sommes retirées correspondaient au nombre des déposants.

Sommes retirées à la caisse de Paris.

Semaine moyenne de janvier.	364 961
Semaine moyenne de février.	349 869
1re semaine de mars.	609 629
2e semaine de mars.	727 539
3e semaine de mars.	1 055 134
4e semaine de mars.	1 475 500
1re semaine d'avril.	1 766 000
Semaine maximum.	1 875 000

» Cette progression, ajoutais-je, est certainement imposante; même en admettant que les remboursements s'arrêtent à 1 800 000 fr. par semaine, lorsque les versements oscillent autour de 300 000 fr., il faudrait trente-deux semaines d'un semblable maximum pour épuiser la magnifique ressource de la caisse de Paris.

» Il sera maintenant d'un extrême intérêt de comparer cette panique avec celle qui se développe aujourd'hui.

» Cette panique a commencé d'être sensible depuis la fin de janvier.

» Elle s'est manifestée, d'un côté, par la diminution graduelle des versements, de l'autre, par l'augmentation des remboursements.

SEMAINES.	VERSEMENTS.	REMBOURSEMENTS.
4 en février.....	3696651 fr.	3191346 fr.
4 en mars......	2951603	3537959
5e de mars..... 3 en avril......	3111739	4283928
Dernière semaine.	792513	1302000

Appauvrissement de la caisse.

En somme....	Pendant les douze semaines.......	2 253 240 fr.
	Pendant la dernière semaine......	509 487

» Si nous n'avions pas d'autres termes de comparaison, nous pourrions être effrayés de ce renversement d'équilibre qui donne aux retraits de fonds une si triste prépondérance.

» On peut l'expliquer par l'appréhension si naturelle qu'ont dû ressentir les déposants, lorsqu'ils ont connu l'esprit et les conséquences de tant de propositions hostiles aux caisses d'épargne débattues avec une extrême chaleur; lorsqu'ils ont vu les antagonistes n'hésiter qu'entre le choix des moyens de restreindre l'institution, d'en limiter les dépôts et de les rendre moins faciles, de réduire l'intérêt, de retarder les remboursements, etc., etc.

» C'était bien autre chose en 1837 : chacun alors respectait l'institution dans toutes ses parties vitales; nul ne prétendait à diminuer aucun avantage, aucune facilité. Déjà, sans doute, des financiers méticuleux apprêtaient des amendements pour retarder de plusieurs mois les remboursements; mais, effrayés des réfutations que les amis des caisses d'épargne préparaient, ils s'étaient d'eux-mêmes réduits au silence, en supprimant leurs propositions déplorables.

» En 1837, époque où le peuple était moins éclairé, la seule pensée que les fonds allaient passer du trésor à la caisse des dépôts et consignations, au lieu de le rassurer, avait suffi pour l'effrayer.

» Aussi, voyez l'énorme différence des résultats :

	Année 1837.	Année 1845.
Avoir en caisse.	50 000 000	112 000 000
Maximum des remboursements.	1 875 000	1 302 000

Rapport du maximum des remboursements, par semaine, à la richesse de la caisse.

En 1837. . . . . . . $3\frac{3}{4}$ p. 100.
En 1845. . . . . . . $1\frac{1}{6}$

» Par conséquent, loin que la crise actuelle nous doive alarmer, elle doit, au contraire, nous donner plein espoir dans la stabilité croissante des caisses d'épargne, malgré des inquiétudes momentanées dont la cause, je l'espère, disparaîtra prochainement.

» Lorsque je présentais au Conservatoire des Arts et Métiers ces considérations rassurantes pour les classes laborieuses, à la fin d'avril de cette année, les remboursements l'emportaient d'un demi-million par semaine sur les versements.

» Depuis cette époque, la différence a diminué rapidement; elle n'est plus aujourd'hui que d'une vingtaine de mille francs; j'ai, par conséquent, atteint le but de mes efforts, éclairé la classe ouvrière sur ses vrais intérêts, et fait tomber une arme dont allaient s'emparer les antagonistes des caisses d'épargne : le danger incessant des remboursements grands et soudains; danger, au contraire, qui devient de plus en plus impossible.

» L'examen de la crise de 1840 offre beaucoup d'intérêt aujourd'hui.

» Après le 15 juillet 1840, on croit la guerre imminente; on aurait tort de penser que les ouvriers s'en effrayent; au contraire, ils s'en réjouissent; et dans les quatre semaines qui suivent immédiatement la publication du traité, les versements à la caisse d'épargne l'emportent sur les remboursements.

» Mais l'occasion semble bonne aux agitateurs des masses. Le moment paraît admirable pour imposer par la violence *un accroissement impossible de salaires.* On soulève les travailleurs; on les somme de quitter successivement les grands ateliers, *sous peine de mort;* et l'on tue un contre-maître chez l'un de nos principaux fabricants de machines. L'armée des oisifs rebelles s'accroît chaque jour, et consterne les amis de la paix publique.

» Il est aisé de concevoir que 30 000 ouvriers ne peuvent pas s'abstenir de travailler, à moins de retirer leurs épargnes; la caisse doit s'en ressentir.

» Mais, comme l'immense majorité des ouvriers continue ses paisibles occupations, cette influence est au total peu considérable. Dès la première semaine de novembre, elle devient impuissante, et la fin de l'année 1840, mise en parallèle avec le commencement, révèle pour Paris et pour les départements non pas une diminution, mais une augmentation remarquable de richesses.

Avoir des caisses d'épargne.

ÉPOQUES.	PARIS.	85 DÉPARTEMENTS.
1er janvier 1840.....	69357276 fr.	101781485 fr.
1er janvier 1841.....	70355357	122028103

» Lorsque vous voyez le département de la Seine, pendant 1840, n'ajouter que 1 million à sa caisse d'épargne, et le reste de la France ajouter plus de 20 millions, vous n'en concluez certainement pas que la population parisienne ait de la guerre une peur que n'éprouve aucun de nos départements. Vous reconnaissez seulement l'effet déplorable d'un soulèvement d'ouvriers.

» Néanmoins, c'est en s'appuyant sur l'année 1840 que les ennemis des caisses d'épargne ont demandé des mesures extrêmes de rigueur pour arrêter l'énormité prétendue des remboursements en cas de guerre.

» En 1840, il est vrai, les remboursements se sont élevés à 78 millions pour satisfaire à d'immenses besoins populaires.

» Mais voyez, dans la même année, ce que les déposants accumulent soit en intérêts, soit en nouveaux versements :

A Paris.............	34 millions
Dans 85 départements..	65
	99 millions.

» Je prétends, j'affirme que le peuple, qui volontairement confie 99 millions d'une main, quand de l'autre il n'en retire que 78, est un peuple qui n'a pas peur; et, surtout un peuple dont la peur, réelle ou non, n'embarrasse pas le trésor.

» La peur n'agit pas à demi; quand elle craint pour son dépôt, elle ne retire ni le quart, ni le tiers, ni la moitié; c'est la totalité qu'elle retire.

» En 1840, sur les 78 millions retirés, il n'y en a pas eu moitié qui l'aient été pour des dépôts intégralement remboursés.

Dépôts retirés en entier, moins de	72000
Nouveaux dépôts, en 1840..........	113000

» A Paris, les résultats sont analogues.

Dépôts retirés en entier.............	22781
Nouveaux dépôts en 1840..........	30000

» Si la peur de la guerre eût fait éprouver ses honteux effets sur le peuple de Paris, couvert à l'est, au nord et à l'ouest, par une triple rangée de départements qu'il eût fallu d'abord attaquer, traverser, écraser, avant d'atteindre la capitale, ces départements habités par des Français, qui certes ne se croient pas plus braves que le peuple de Paris, ces départements auraient dû ressentir une peur bien plus grande ; leurs livrets remboursés devaient être, proportion gardée, bien plus nombreux, et leurs nouveaux livrets beaucoup plus rares.

» Le contraire est arrivé : j'ai pris tous les départements qui couvrent Paris du côté des frontières les plus exposées; j'ai trouvé que les sommes versées pendant 1840 y dépassent incomparablement plus qu'à Paris les sommes remboursées; j'ai trouvé que le nombre des nouveaux déposants, attirés par la confiance, l'emporte de beaucoup sur les déposants retirés pour quelque cause, pour quelque sentiment que ce soit, y compris la peur.

» Cela ne m'a point suffi : j'ai voulu me transporter à l'extrême frontière, aux villes destinées à recevoir les premiers coups de l'ennemi; j'ai pris les vingt principales cités les plus exposées. Voilà les résultats qu'elles ont présentés pour 1840 :

Balance des fonds.

Remboursements.	8 947 444 fr.
Versements.	11 657 272

Balance du nombre des déposants.

Déposants qui retirent leurs fonds.	11 000
Nouveaux déposants qui les remplacent. . .	18 204

» Voilà certes des faits qui suffisent pour montrer combien peu sont fondées sur l'expérience les appréhensions motivées par la peur de la guerre, appréhensions à l'aide desquelles on aurait voulu justifier de tristes atteintes, méditées dès 1837 par les antagonistes des caisses d'épargne.

» On a fait valoir une autre peur encore : c'est la peur de la famine. Voici toutes les hypothèses que les alarmistes se sont efforcés d'accumuler à cet égard :

» La France, malgré sa fertilité, n'a pas toujours des récoltes abondantes; elle en a souvent de médiocres, et quelquefois de mauvaises. Supposez que les déposants aient faim, ainsi que leurs femmes et leurs enfants; supposez que, pour payer le pain renchéri, les 700 000 déposants courent à la caisse d'épargne; figurez-vous quel mouvement, quel trouble, quelles queues

immenses, non plus à la porte du boulanger, mais à la porte de la caisse d'épargne épuisée tout à coup par d'innombrables retraits; figurez-vous enfin le Gouvernement dans l'embarras, parce que les 700 000 déposants prétendraient vivre avec l'argent qui leur appartient!... Telle est la terreur affectée que j'ai reproduite ici, sans rien lui ôter de son amplification.

» Messieurs, que le peuple possède quelque chose ou ne possède rien à la caisse d'épargne, la société tout entière est tenue de donner du pain à la partie de la population qui, dans un temps de disette, n'a plus de quoi le payer. L'État doit y subvenir; et, si l'État y trouve le moindre embarras, nous tous qui possédons quelque chose, nous sommes tenus de donner à nos semblables de quoi ne pas mourir de faim, qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas de caisses d'épargne.

» Après avoir envisagé la question du devoir, et pour le Gouvernement et pour tous les citoyens, faisons mieux, examinons, en effet, quel embarras les caisses d'épargne pourraient occasionner au trésor public *en cas de disette.*

» J'ai fait des recherches sérieuses et positives sur la dépense que nécessite, pour Paris et les départements, dans chaque ménage du peuple, le renchérissement du pain dans les années de disette.

» A l'égard de Paris, j'ai trouvé qu'avant d'arriver à l'épuisement complet de l'argent en dépôt à la caisse d'épargne pour subvenir au renchérissement du pain, il faudrait *quinze années consécutives* d'une disette comparable à la plus grande disette éprouvée depuis cinquante ans : celle de 1817.

» A l'égard des départements, j'ai trouvé qu'avant d'avoir épuisé leurs caisses d'épargne, il faudrait *dix-sept années consécutives* d'une aussi grande disette.

» Certes un danger de remboursement, qui durerait quinze années pour Paris et dix-sept années pour les départements, ne serait pas un danger brusque, et la soudaineté de ses effets n'aurait rien qui pût nous épouvanter.

» La preuve que j'ai donnée sur le peu de crainte dont la famine devait être l'objet, a paru complétement démonstrative. On n'a plus osé compter la disette au nombre des motifs qui pourraient conduire à gêner, à retarder les payements de la caisse d'épargne.

» On a vu, d'un autre côté, combien étaient peu fondées les alarmes excessives qu'on se plaisait à répandre sur l'effet que pourrait avoir une déclaration de guerre entre la France et quelque grande puissance.

» On a vu les plus grandes commotions politiques, les changements même

de gouvernement et de dynastie ne produire que des effets très-limités, et n'exiger que des mouvements de fonds insignifiants pour satisfaire aux besoins des caisses d'épargne dans les temps les plus orageux, au milieu des perturbations antisociales, si graves et si fréquentes depuis quinze années.

» Je l'affirme, il n'est aucun événement que puisse aujourd'hui prévoir la prudence humaine, dans l'ordre civil, industriel ou politique, dont l'influence puisse être plus considérable sur la situation de nos caisses d'épargne.

» Aussi longtemps que l'État par sa loyauté, par sa fidélité ponctuelle à remplir ses engagements, à payer ses dettes exigibles, continuera de mériter l'estime universelle comme il la mérite aujourd'hui sous ces deux points de vue, la confiance nationale ne lui manquera jamais.

» Un autre droit du Gouvernement à la vénération, à la reconnaissance publiques, c'est le service immense et gratuit qu'il rend aux classes laborieuses par les remboursements prompts et sans frais des sommes, quelles qu'elles soient, que chaque déposant réclame. Par là 700 000 familles à petits capitaux sont soustraites aux exigences, aux extorsions de l'infâme usure qui si longtemps a dévoré le menu peuple. Puisse-t-on ne jamais porter atteinte à ce bienfait, et par là même à la reconnaissance qu'il doit inspirer au peuple!

» Je terminerai ces considérations sur les caisses d'épargne par quelques observations sur un dernier danger qui les menace aujourd'hui : l'entraînement, la séduction des déposants par les agioteurs.

» Dans le retrait d'un demi-million par semaine, qui nous attristait depuis quelque temps, il ne faut pas croire que la peur seule contribuât à donner une si triste prépondérance aux remboursements sur les versements.

» Je crains beaucoup que l'appât des spéculations, le charlatanisme des annonces, la séduction des faiseurs d'affaires et des agioteurs ne circonviennent et n'entraînent un grand nombre de déposants trop crédules.

» Heureusement, ainsi que nous l'avons dit plus haut, nos conseils aux ouvriers n'ont pas été sans efficacité. La caisse de Paris, sur cent millions, n'en aura pas perdu plus de quatre, attirés vers des spéculations hasardeuses, et tout rentre aujourd'hui dans les conditions habituelles, dictées par l'économie et la prudence. »

HISTOIRE DU MAGNÉTISME. — M. ARAGO ayant été chargé d'offrir à l'Académie une brochure de son ami, M. de Haldat, intitulée : *Histoire du magnétisme dont les phénomènes sont rendus sensibles par le mouvement,* a cru

devoir signaler une inexactitude qui a échappé au savant secrétaire de l'Académie de Nancy. Dans cet ouvrage, M. de Haldat rappelle, pages 11 et 42, que les disques métalliques tournants perdent une grande partie de leur puissance, lorsqu'on y a pratiqué des solutions de continuité dans la direction des rayons. Ce fait, dès l'origine, parut capital; il montrait que les phénomènes du magnétisme en mouvement ne dépendent pas d'actions purement moléculaires. M. de Haldat attribue la découverte de ce fait à MM. Herschel et Babbage; M. de Haldat se trompe : dans le Mémoire qu'ils ont publié, les deux savants anglais déclarent que leurs expériences avec des disques coupés dans le sens des rayons, ont été faites à l'imitation de celles de M. Arago : (*after* M. *Arago*), disent MM. Herschel et Babbage. (*Voir* le tome CXV des *Transactions philosophiques*, page 480.)

M. Arago a profité de la circonstance pour signaler une inexactitude du même genre qui s'est propagée dans le monde scientifique, sur la foi d'un des hommes les plus illustres de notre époque.

Dans son bel ouvrage, M. Faraday, dont l'amitié m'est si précieuse, a dit M. Arago, attribue à M. Ampère la découverte du mouvement que prend un fil parcouru par un courant voltaïque, quand il est placé horizontalement à quelque distance d'un disque métallique rotatif. Voici les faits :

M. Arago pensa, vers le commencement du mois d'août 1826, que ses expériences de rotation devaient être tentées en substituant des courants aux aiguilles magnétiques. N'ayant pas de pile, il pria son ami M. Ampère, de faire monter l'appareil dans le cabinet de physique du Collége de France. Le répétiteur, M. Ajasson de Grandsagne, prit les dispositions nécessaires; mais le jour où l'on fit le premier essai, au moment même où le fil commençait à s'ébranler, l'axe rotatif du plateau se brisa. M. Arago, partant le lendemain pour les Pyrénées, autorisa M. Ampère à continuer l'expérience. M. Colladon présida à la reconstruction de l'instrument, et y introduisit des perfectionnements importants. Cette fois, le fil s'ébranla presque à l'instant même où le plateau de cuivre commença à tourner. M. Ampère s'empressa de transmettre le résultat à son ami absent.

Ces explications ne semblaient nullement nécessaires; car, en publiant l'expérience, Ampère cita M. Arago. Cependant, puisque la Note de l'illustre et si regrettable physicien a trompé un homme tel que M. Faraday, il n'a pas semblé inutile de mettre la Lettre de M. Ampère sous les yeux de l'Académie. M. Arago l'a retrouvée par hasard cette semaine; nous n'en tirerons que ce passage :

« Paris, 1er septembre 1826.

» Vous verrez dans cette Note que j'ai soin de dire que l'idée de cette
» expérience vous appartient exclusivement.

» Il me reste, mon cher et excellent ami, à vous rappeler que vous m'avez
» promis, si cette expérience réussissait, de défendre ma théorie, comme
» la vraie explication des phénomènes. En la joignant à tout le reste et aux
» calculs du Mémoire qui s'imprime dans ceux de l'Académie, je ne vois pas
» ce qu'on pourrait encore m'objecter.

» J'ai aussi à vous prier, si vous trouvez la Note que je vous envoie comme
» elle doit être, d'écrire à M. Savary de l'insérer telle qu'elle est dans les
» *Annales de Chimie et de Physique*, sauf tous les changements ou additions
» que vous êtes parfaitement libre d'y faire, puisque l'expérience a été ima-
» ginée par vous. »

Nous ajouterons, car ceci n'a jamais été imprimé, qu'immédiatement après son retour à Paris, M. Arago répéta avec les courants les expériences déjà faites avec des aiguilles et qu'elles eurent les mêmes résultats quant à la direction des forces en se servant de disques pleins, et quant à leur affaiblissement en se servant de disques coupés.

PHYSIQUE APPLIQUÉE.—*Note de* M. **WHEATSTONE** *sur le télégraphe électrique qu'il vient d'établir entre Paris et Versailles.*

« Le télégraphe électrique que j'ai eu l'honneur de soumettre à plusieurs membres de l'Académie en 1841, au Collége de France, grâce à la complaisance de M. Regnault, fonctionne depuis le commencement de cette année sur la ligne de Paris à Orléans pour les deux premières stations, et sur la ligne de Paris à Versailles, rive droite.

» Une communication télégraphique journalière est maintenant établie entre Paris, Saint-Cloud et Versailles.

» Les instruments actuellement en action à la gare de Paris consistent principalement :

» 1°. En un réveil pour appeler l'attention du correspondant;

» 2°. En un télégraphe qui présente tous les caractères de l'alphabet, au moyen desquels les mots peuvent être épelés et les signaux télégraphiques transmis, à raison de 25 signaux par minute;

» 3°. En un télégraphe qui imprime à la fois plusieurs copies d'une dépêche en lettres ou chiffres ordinaires.

» D'autres instruments d'un usage spécial seront prochainement ajoutés à ceux qui précèdent.

» Sans entrer pour le moment dans une description détaillée de mes procédés, je me bornerai à faire remarquer que les appareils actuellement installés à Paris existent en Angleterre depuis 1837, et depuis 1840 dans leur dernière forme. Ils ont été soumis aux plus rudes épreuves, et ils en ont toujours triomphé.

» On a fait parcourir aux signaux un chemin de 352 milles anglais, soit 140 lieues de France, et ils se sont transmis avec la plus parfaite régularité, soit que le courant électrique ait été excité par la pile, soit qu'il l'ait été par des électro-aimants.

» Au moment de quitter Paris, je viens me mettre à la disposition de ceux de MM. les membres de l'Académie qui désireraient voir fonctionner mes appareils. Quoique j'aie eu le plaisir de recevoir la plupart des membres de cette illustre Académie, j'ai l'honneur de prévenir ceux qui n'auraient pas encore vu mes appareils, et qui souhaiteraient les voir fonctionner, que je serai à leur disposition mardi 10 juin, de midi à trois heures, à la gare du chemin de fer de Versailles, *rive droite, salle Nemours.* »

Après la lecture de cette Note de M. Wheatstone, M. **Arago** a annoncé que le télégraphe électrique établi entre Paris et Rouen sous l'inspection d'une Commission où figurent quatre membres de l'Académie, fonctionne de la manière la plus satisfaisante. Pendant le séjour du Roi au château de Bizy, les communications électriques avec Paris ont eu lieu de jour et de nuit avec une régularité parfaite.

M. Arago a rendu compte de quelques perturbations faciles à expliquer qui ont eu lieu dans la marche des appareils pendant des orages.

OPTIQUE. — M. **Arago** a présenté deux des nombreux instruments dont il fait usage pour compléter son travail sur la photométrie. L'un de ces deux instruments est une lunette prismatique, une lunette de Rochon, portant un bouchon percé de deux ouvertures égales. Devant ces ouvertures existent les deux moitiés d'une même tourmaline, disposées rectangulairement.

Dans cette lunette, les images focales se trouvent formées de deux faisceaux, polarisés rectangulairement, dont on peut à volonté graduer les intensités relatives, en couvrant telle ou telle portion de la surface d'une des tourmalines.

En plaçant sur le trajet *des deux* faisceaux aboutissant au foyer, une lame de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, on colore les images. A l'aide de plaques de verre ordinaire, plus ou moins inclinées, situées entre l'objectif et la lame cristalline, on peut effacer ces couleurs. Les expériences donnent donc une *échelle d'inclinaison des lames*, correspondante à la neutralisation des faisceaux contenant toutes les proportions possibles de lumière polarisée. La lunette débarrassée de ses tourmalines devient ainsi un moyen efficace d'étudier la composition des rayons réfléchis ou transmis sous toutes sortes d'angles et par toutes les natures de matières.

La seconde lunette mise sous les yeux de l'Académie par M. Arago, est encore une lunette prismatique. Mais celle-ci porte devant l'objectif, une de ces lames de cristal de roche perpendiculaires à l'axe qui, *dans les deux moitiés de leur étendue*, font tourner la lumière polarisée en sens contraires. Dans une certaine position de cette lunette, la lumière, même quand elle arrive complétement polarisée, donne deux images incolores. Lorsque cette position est trouvée expérimentalement, on n'a qu'à couvrir des portions aliquotes quelconques d'une des deux moitiés de la lame, et les images se colorent par des parties aliquotes correspondantes des deux couleurs dont se teindraient les deux images, si elles se formaient à l'aide de la lumière polarisée transmise par l'une seule des deux moitiés de la plaque.

Cette lunette, employée avec des verres monochromatiques, peut servir à résoudre une multitude de problèmes, relatifs à la photométrie, compliqués de phénomènes de polarisation.

Au reste, a dit M. Arago en terminant sa communication, si j'ai signalé aujourd'hui en quelques paroles cette application des lames de cristal à deux rotations, c'est que M. Soleil doit présenter dans la séance un instrument où ces lames jouent un rôle essentiel et très-curieux. Or, quoique les deux appareils soient entièrement distincts par leur forme et par leur objet, j'ai tenu à montrer que le mien a précédé celui de l'ingénieux opticien. Les savants doivent, suivant moi, respecter jusqu'au scrupule les droits des artistes qui travaillent pour eux. S'il était vrai que ce principe eût été quelquefois méconnu, j'aurais montré, quant à moi, par ces explications et ma communication hâtive, combien il me paraît sacré.

M. d'Omalius d'Halloy, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de son nouveau travail sur les *Races humaines* (*voir* au *Bulletin bibliographique*), s'exprime dans les termes suivants :

« Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire à l'Académie, je me suis attaché,

dans ce travail, à faire voir que, pour la classification des diverses modifications du genre humain, les caractères naturels doivent obtenir la préférence sur ceux tirés du langage et des renseignements historiques. Toutefois, l'ethnographie est une science encore si peu avancée, et je me trouve si peu en état d'y opérer une réforme complète, que j'ai cru devoir conserver des divisions établies sur des principes différents de ceux que j'ai adoptés. J'ai cherché aussi à faire ressortir les rapports qui existent entre les caractères naturels des peuples et leur état de civilisation, rapports qui sont tels que, quand on établit une série naturelle, partant des Européens et se terminant aux noirs de l'Australie, on obtient également une série décroissante de l'aptitude à la civilisation. J'ai également appelé l'attention sur les croisements, phénomènes peu connus, quoique très-importants pour l'histoire des êtres vivants, et qui me semblent expliquer la plupart des anomalies que l'on remarque chez l'homme et chez les êtres qui se développent sous son influence. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un appareil à faire de la glace, présenté par M.* VILLENEUVE.

(Commissaires, MM. Pouillet, Francœur, Babinet rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Pouillet, Francœur et moi (M. Babinet), de lui faire un Rapport sur un appareil destiné à faire de la glace, et auquel M. Villeneuve, qui le présente, donne le nom de *congélateur* ou *glacière des familles*, pour indiquer que par son moyen on peut, en toute saison, dans toute localité, au moyen d'ingrédients d'une manipulation facile et fournis en grande abondance et à bas prix par le commerce, se procurer plusieurs kilogrammes de glace très-pure et très-compacte, et, si l'on veut, en même temps, confectionner toutes les préparations rafraîchissantes que, dans l'art du limonadier, on appelle *des glaces*.

» Sans rappeler ici tous les procédés que les arts ont empruntés aux sciences pour faire de la glace, procédés qui ont été plutôt proposés que pratiqués en grand, il nous suffira de dire que c'est au moyen du sulfate de soude du commerce, mélangé avec de l'acide chlorhydrique non concentré, que M. Villeneuve obtient un mélange réfrigérant capable de produire dans son appareil, en moins d'une heure de temps et avec une dépense d'environ deux francs, 3 à 4 kilogrammes de glace. Le principe de la production du froid par le mélange de l'acide et du sel n'offrant scientifiquement rien de nouveau,

il est évident que c'est par un succès infaillible à toute température que l'appareil de M. Villeneuve se recommande à l'attention de l'Académie.

» On en aura une idée exacte en se figurant un cylindre creux destiné à recevoir le mélange réfrigérant et enveloppé lui-même d'une capacité cylindrique destinée à recevoir l'eau qui devient un cylindre creux de glace par l'effet du réfrigérant intérieur. Dans le mélange même plonge un autre vase cylindrique fermé par le bas, que l'on fait tourner au moyen d'une manivelle, et qui, par des saillies convenables, agite le mélange et renouvelle les points de contact du corps réfrigérant avec ce vase intérieur comme avec le vase extérieur. Ce vase creux et fermé au fond porte, dans l'art du glacier, le nom de *sarbotière.* Si on le remplit d'eau, cette eau se gèle elle-même, comme l'eau environnante, et l'on obtient deux cylindres de glace d'environ 4 kilogrammes, l'un creux, l'autre plein. Mais si l'on veut préparer des glaces, la sarbotière, ou cylindre intérieur, est chargée avec la préparation alimentaire qui doit être *glacée,* et l'on opère comme avec le mélange ordinaire de glace et de sel.

» L'appareil a fonctionné un grand nombre de fois devant vos Commissaires, et généralement à des températures de 15 à 20 degrés centigrades et toujours avec un succès complet : la glace était compacte, abondante, et le prix de revient était de 30 centimes à 40 centimes le demi-kilogramme. Ce prix s'abaisse lorsque l'on opère sans trouble et que l'on ne tient pas à économiser le temps, parce qu'alors on ne renouvelle les mélanges qu'après qu'ils ont produit tout leur effet. Chaque opération donnant de 3 à 4 kilogrammes de glace exige environ une heure de temps. L'acide et le sel se débitent à bas prix et en grandes masses dans le commerce et n'atteignent pas 20 francs les 100 kilogrammes.

» Nous n'insisterons pas sur les usages hygiéniques et thérapeutiques de la glace, pas plus que sur son emploi comme objet de luxe et d'agrément dans les diverses préparations alimentaires; les usages scientifiques de ce précieux produit, quand on peut se le procurer à volonté dans toute localité, ne sont pas douteux. Votre Commission a surtout été frappée de l'utilité du *congélateur* pour les habitations isolées, les localités éloignées des glacières et les pharmacies des petites villes et bourgades. L'appareil de M. Villeneuve répond à tous les besoins et à toutes les exigences; aucun des réactifs qu'il emploie n'est classé parmi ceux dont la vente est entourée de précautions contre les accidents possibles résultant de leur distribution à des personnes inexpérimentées.

» M. Villeneuve ne présente point son *congélateur* à l'Académie comme

un appareil scientifique, mais bien comme un appareil d'économie domestique.

» L'Académie a déjà approuvé d'autres appareils relatifs à l'emploi de la chaleur pour la cuisson des viandes et des légumes, à la conservation des substances alimentaires, au meilleur emploi des propriétés éclairantes des corps combustibles, etc. La Commission propose donc à l'Académie de donner son approbation à l'appareil de M. Villeneuve, tant sous le rapport de la congélation de l'eau que sous celui du confectionnement des glaces. »

L'Académie approuve ce Rapport et en adopte les conclusions.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

(Une circonstance imprévue nous force de remettre au prochain numéro l'insertion d'un article de M. Soleil.)

PHYSIQUE. — *De l'action du magnétisme sur tous les corps; par* M. **Edmond Becquerel.**

(Commissaires, MM. Arago, Pouillet, Dumas.)

« On peut déduire des résultats consignés dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les conclusions suivantes :

» 1°. Lorsque des barreaux de fer doux, cylindriques et pleins, de même longueur et de diamètre différent, oscillent sous l'influence d'un aimant, le cube du temps des oscillations est proportionnel au poids du barreau, ou bien au carré du diamètre.

» Cette loi entraîne la suivante :

» 2°. Lorsque des barreaux de fer doux, cylindriques, de même longueur et de diamètre différent, sont soumis à l'influence d'un barreau aimanté, ils s'aimantent momentanément, de telle sorte que l'intensité magnétique de chaque barreau, ou la somme des actions magnétiques moléculaires, est proportionnelle à la racine cubique du poids ou à la racine cubique du carré du diamètre. Il résulte de là que l'action magnétique exercée sur chaque fibre élémentaire des barreaux est d'autant plus faible que celui-ci est plus gros, et cette action est en raison inverse de la puissance $\frac{2}{3}$ du poids.

» 3°. Lorsque des barreaux cylindriques creux sont exposés à l'influence d'un aimant en même temps que des barreaux cylindriques pleins de même poids, l'action magnétique exercée sur chaque fibre élémentaire des premiers est plus forte que celle qui a lieu sur chaque fibre des seconds.

» 4°. Lorsqu'un aimant est placé à une certaine distance d'un barreau, et que, dans ce dernier, la densité magnétique ou la quantité de particules de fer comprises sous le même volume varie; alors, si cette densité est plus grande que $\frac{1}{10}$, l'action élémentaire de l'aimant est proportionnelle au carré de la densité magnétique du barreau. Si cette densité est beaucoup plus faible et que les particules de fer soient très-éloignées, cette action est proportionnelle à la densité magnétique.

» La seconde partie de la loi précédente a été établie par Coulomb.

» 5°. L'action exercée de la part d'un aimant sur le fer est toujours la même, que le métal soit à l'état malléable, à l'état de limaille, ou bien de poudre impalpable réduite par l'hydrogène, si l'on a égard à la densité magnétique de la matière.

» 6°. A la température ordinaire, le magnétisme spécifique du nickel doux malléable est le même que celui du fer doux; c'est-à-dire que deux barreaux semblables de fer doux et de nickel doux, de même longueur et de même poids, oscillent dans le même temps sous l'influence d'un aimant.

» 7°. D'après les considérations exposées dans ce Mémoire, quoiqu'on n'ait pu se procurer du cobalt doux malléable, il est probable que son magnétisme spécifique à la température ordinaire est le même que celui du fer doux et du nickel.

» 8°. La force coercitive du cobalt augmente beaucoup plus que celle des deux autres métaux magnétiques, lorsqu'étant à l'état d'éponge on le soumet à la compression ou qu'on le frappe.

» 9°. Le nickel perd sa faculté magnétique vers 400 degrés, le fer au rouge cerise, et le cobalt au rouge blanc du feu de forge.

» 10°. Le magnétisme spécifique du fer doux ne varie que très-peu entre la température ordinaire et celle du rouge sombre. Seulement, au rouge sombre, elle augmente de $\frac{4}{100}$, ce qui montre qu'à la température ordinaire ce métal se comporte comme ayant une faible force coercitive.

» 11°. Le magnétisme spécifique de la fonte de fer et de l'acier augmente avec la température, de telle sorte, qu'avant de s'anéantir dans ce métal au rouge cerise, il est égal à celui du fer doux.

» Au rouge naissant, le magnétisme spécifique de la fonte est à son maximum.

» 12°. Le nickel, le cobalt, et leurs carbures se comportent comme le fer et ses carbures. Ainsi, la fonte de fer au rouge sombre, la fonte de nickel, avant 400 degrés, et la fonte de cobalt au rouge cerise, ont le même magnétisme spécifique que le fer doux, le cobalt et le nickel.

» Ces expériences ont été faites par une nouvelle méthode d'observation, en suspendant les barreaux à un fil de torsion en platine par un étrier de même métal, en exposant le tout à la température convenable, et faisant osciller ces barreaux sous l'influence des aimants.

» 13°. Le magnétisme spécifique de l'aimant naturel (fer oxydulé) devient nul avant la température rouge. Il augmente depuis la température ordinaire jusqu'à cette limite. A la température ordinaire, le magnétisme spécifique du fer oxydulé cristallisé est de 0,48, celui du fer étant 100.

» On peut exprimer par le tableau suivant l'action de la chaleur sur les trois métaux magnétiques:

TEMPÉRATURES.	NICKEL		FER			COBALT	
	malléable.	fondu et carburé.	malléable.	fondu et carburé.	Acier.	malléable	fondu et carburé.
Température ordinaire.	100	62 (variable)	100	80	(variable.)	100 ?	41 (variable)
Au-dessous de 400 deg.	Le fer, le nickel et la fonte de nickel ont la même action.		"	"	"	"	"
Vers 400 degrés.......	0	0	"	"	"	"	"
Rouge naissant.......	....	....	104	109 (maxim.)	"	104?	107 (maxim.)
Rouge sombre...	....	....	104	104	104	104?	"
Rouge cerise.........	....	....	0	0	0	104?	104
Rouge éblouissant du feu de forge.	....	....	....	....	....	0	0

» Les nombres donnés pour le cobalt malléable sont hypothétiques; mais, d'après les analogies, on est porté à les supposer tels que je les ai indiqués.

» 14°. Le magnétisme spécifique du fer étant 1 000 000, celui des échantillons de chrome et de manganèse que j'ai pu me procurer est 250 pour le chrome, et 1137 pour le manganèse. D'aprés de si faibles nombres, on ne peut décider si cette action est due à un mélange de fer.

» 15°. Tous les corps naturels obéissent à l'action du magnétisme, comme l'a observé le premier Coulomb, et principalement les matières organiques, les roches et les minéraux cristallisés.

» 16°. Cette action ne reste jamais la même pour une même substance,

et elle varie avec sa pureté. A mesure que l'on purifie la silice, l'iode, le camphre, cette action diminue et s'anéantit complétement dans certains échantillons.

» 17°. La fraction de fer nécessaire pour produire ces phénomènes ne serait pas la $\frac{1}{1000000}$ partie en poids de l'aiguille soumise à l'expérience pour les échantillons les plus purs. Il y a des probabilités, d'après cela, pour que ces effets soient dus à des mélanges de matières ferrugineuses ou magnétiques.

» J'ai donné, dans un tableau, le magnétisme spécifique de quelques-unes des principales roches qui composent l'écorce du globe. »

ASTRONOMIE. — *Détermination nouvelle des perturbations de Mercure et des éléments de son orbite, suivi des Tables numériques pour la construction des éphémérides; par* M. **Le Verrier.**

(Commissaires, MM. Damoiseau, Liouville, Laugier.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Notice sur la fabrication mécanique des briques, tuiles et carreaux, de quelque dimension et de quelque forme que ce soit; par* M. **Maillet.**

(Commissaires, MM. Gambey, Regnault, Francœur.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un système de locomotion par l'air comprimé au moyen d'une sorte de laminoir agissant comme piston sur deux tubes jumeaux, moitié flexibles, moitié rigides.* (Mémoire de M. **Andraud.**)

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelle Note sur un chemin de fer à air comprimé; par* M. **Chameroy.**

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Description d'un nouveau système de chemins de fer atmosphériques; par* MM. **Jullien** *et* **Valerio.**

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

M. le général **Dembinsky** présente le modèle et la description d'un nouveau ventilateur qu'il désigne sous le nom de *ventilateur rationnel.* Cet appareil, principalement destiné à l'aérage des mines, est disposé de manière à exercer une puissante aspiration, à amener au dehors, du plus profond

des galeries, l'air échauffé, vicié par la respiration ou rendu explosible par le mélange de gaz carburés. M. Dembinsky, qui regarde cet appareil comme propre à préserver les ouvriers de la plupart des accidents dépendant du feu grisou, déclare qu'afin d'écarter, autant qu'il est en lui, les causes qui pourraient en retarder l'adoption, il s'est décidé à ne point prendre de brevet.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Babinet, Despretz.)

M. Jacomy soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de locomotion qu'il désigne sous le nom de *chaîne hydrolocomotive*.

(Commission des chemins de fer.)

Sur la demande des auteurs, l'Académie renvoie à l'examen d'une Commission le Mémoire présenté dans la précédente séance, par MM. Gaultier de Claubry et Dechaud, sur leur procédé pour l'*extraction du cuivre de ses minerais au moyen des actions électriques*.

Cette Commission se composera de MM. Becquerel, Berthier, Dumas.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique prie l'Académie de vouloir bien lui faire parvenir, d'une manière régulière, les *programmes* qui s'impriment pour les séances annuelles. « Il est utile, dit M. le Ministre, qu'il existe dans les bureaux de mon administration une collection de ces programmes où l'on trouve, outre l'indication des lectures qui se font à la séance, et des prix qui y sont distribués, l'annonce des prix proposés pour les années suivantes, avec les conditions du concours. Des renseignements à ce sujet me sont fréquemment demandés des départements, et je n'y puis répondre d'une manière satisfaisante, puisque jusqu'à présent ces pièces n'ont point été adressées à mon ministère. Je désire d'ailleurs suivre des travaux qui importent, à un si haut degré, au développement et au progrès des sciences dans notre pays. »

M. Breguet adresse les remarques suivantes sur un passage qui le concerne dans la Note lue par M. *Wheatstone*, à la séance du 26 mai dernier, sur le chronoscope électromagnétique :

« La réclamation de M. Wheatstone, insérée dans l'avant-dernier *Compte rendu*, a encore plus excité mon étonnement qu'elle ne m'a blessé. Il n'y

avait vraiment ni motif ni prétexte pour m'attribuer un rôle quelconque dans une affaire à laquelle je dois rester complétement étranger; je viens de parler de prétexte, car je ne saurais admettre, quoique cette opinion soit assez répandue, que l'illustre savant anglais, avec lequel je n'avais eu jusqu'ici que de bons rapports, ait changé de sentiments à mon égard, depuis que j'ai eu l'honneur de prendre part aux travaux de la Commission qui a présidé à l'établissement et au succès du télégraphe électrique dans notre pays.

» Que se passa-t-il, en effet, entre M. Konstantinoff et moi? Je l'ai dit dans ma Lettre à l'Académie. Cet officier russe, arrivant d'Angleterre, avait pensé à un instrument destiné à mesurer la vitesse des projectiles dans différents points de la trajectoire; M. Konstantinoff m'apprit qu'il avait parlé de ce problème avec M. Wheatstone, circonstance que je n'ai pas tenue cachée. Mon intervention dans la construction de la machine a consisté dans l'application de moyens physiques et mécaniques dépendants de l'art que je cultive, et sur lesquels M. Wheatstone n'avait certainement rien publié. Au surplus, toute discussion à cet égard serait aujourd'hui superflue, puisque le physicien anglais critique mes procédés, et en propose d'autres qu'il croit être meilleurs ; je me permettrai de ne pas être de son avis : les expériences de Saint-Pétersbourg dont j'attends les résultats, décideront beaucoup mieux que des critiques vagues ne pourraient le faire, si j'ai méconnu les difficultés du problème. Pour le moment, je me borne à une seule réflexion; elle mettra l'Académie en mesure de prononcer un jugement éclairé sur ce fâcheux incident :

» M. Wheatstone était à Paris en décembre 1844; un jour qu'il me fit l'honneur de venir dîner chez moi, je lui montrai, en présence de M. Regnault, qui certainement se le rappellera, le dessin détaillé de la machine de M. Konstantinoff; cette communication loyale ne fut, de la part de M. Wheatstone, l'objet d'aucune observation. »

PHYSIQUE. — *Observations sur les ondes liquides, et remarques relatives aux assimilations que l'on a faites de ces ondes aux ondulations lumineuses.* (Lettre de M. Laurent, capitaine du génie, à M. *Arago*.)

« Lorsqu'on laisse tomber un corps grave à la surface d'un liquide pesant en équilibre, il se produit une série d'ondes circulaires. Les courbes de niveau de ces ondes, c'est-à-dire les lieux géométriques des points où, à un instant donné, l'élévation du liquide au-dessus de la surface d'équilibre est la même, sont des cercles concentriques dont le rayon varie avec le temps. On est

censé avoir démontré que dans la propagation sphérique de la lumière, les ondes lumineuses doivent être assimilées aux ondes liquides circulaires en question; mais il peut aussi se propager, à la surface des liquides, des ondulations d'un tout autre genre : je veux parler de celles que fait naître l'action du vent.

» En les examinant avec attention, on reconnaît que, malgré leur irrégularité apparente, ces ondulations se propagent dans une direction déterminée et avec une vitesse déterminée. Les courbes de niveau consistent, dans ce cas, en une suite de petites courbes *fermées*, de forme variable, mais animées d'*un mouvement de transport* dans la direction de la propagation. Ces ondulations présentent en outre une particularité remarquable : elles peuvent subsister dans une région déterminée de la surface du liquide, les régions voisines étant comparativement en repos. J'ai ici de nombreuses occasions de vérifier l'exactitude de cette observation. En examinant la surface de l'eau dans les bassins du port, on remarque que les régions éloignées, c'est-à-dire celles qui réfléchissent la lumière vers l'œil sous un angle très-ouvert, présentent souvent l'aspect d'un fond d'un blanc mat, parsemé de taches d'une forme et de dimensions variables. Si l'on se rapproche de ces taches, on remarque qu'elles sont le résultat de la réflexion irrégulière de la lumière sur de petites ondulations qui sont insensibles, ou du moins incomparablement moins sensibles, dans les portions de la surface du liquide voisines. Ce phénomène est encore plus remarquable sur la surface de la mer dans les pays chauds, par un temps calme et lorsque le soleil est peu élevé au-dessus de l'horizon. Il se produit fréquemment sur la côte d'Afrique, où il m'a singulièrement frappé les premières fois que je l'ai observé.

» Or, les ondulations lumineuses présentent la même particularité, c'est-à-dire que ces ondulations peuvent subsister dans des régions déterminées de l'espace, les régions voisines demeurant indéfiniment dans l'obscurité, ainsi que cela résulte du phénomène des ombres. Par conséquent, il semblerait qu'au lieu d'assimiler les ondulations lumineuses aux ondes liquides circulaires, il faudrait plutôt les assimiler aux ondes liquides irrégulières dont je viens de parler. Cette réflexion m'a conduit à tenter diverses expériences pour m'assurer si les ondes liquides circulaires produiraient des phénomènes analogues aux ombres. J'ai constamment vu ces ondes se propager tôt ou tard dans toute l'étendue de la surface du liquide située derrière l'obstacle qui remplace ici le corps opaque. A mesure que le mouvement se propage derrière l'obstacle, son intensité diminue il est vrai, mais la diminution est graduelle et continue, comme celle qui s'observe dans les ondes circu-

laires complètes, lorsqu'elles s'éloignent de plus en plus du centre d'ébranlement.

» Les mêmes expériences sur les ondulations irrégulières produites par l'action de la brise seraient assez difficiles à réaliser. Cela ce conçoit, puisqu'on ne saurait faire naître ces ondulations à volonté. Il faut donc avoir recours à l'observation. Voici ce que j'ai remarqué: lorsqu'à marée haute une brise fraîche souffle dans la direction de l'avant-port, la surface de la mer est sillonnée dans tous les sens par des ondulations irrégulières et qui, cependant, se propagent dans une direction déterminée avec une vitesse déterminée, ainsi que je l'ai dit plus haut. Ces ondulations constituent ce que les marins appellent *le clapotis*. Si, dans ces circonstances, un bâtiment présente le travers au vent, il se produit, sous le vent, un phénomène remarquable: le clapotis disparaît dans une région appuyée au flanc même du bâtiment; la surface de la mer devient polie comme une glace, et n'est plus agitée que par de longues ondulations très-peu sensibles et se propageant avec une vitesse *moindre* que la vitesse de propagation des ondulations du clapotis. La région dans laquelle le phénomène s'observe n'est pas limitée par un contour bien net; mais on remarque que si le clapotis ne disparaît pas brusquement aux environs des bords, son intensité diminue très-rapidement pour les points de plus en plus voisins des parties centrales de la région. Ce fait, que j'ai observé un grand nombre de fois et qui a peut-être donné l'idée des brise-lames flottants, me semble présenter une analogie frappante avec le phénomène des ombres; j'ajouterai même que, dans le voisinage des bords de la région abritée par le bâtiment, on distingue parfaitement *le mouvement de transport curviligne* des courbes de niveau des ondulations du clapotis, tandis que ce mouvement est rectiligne à une distance convenable de ces bords. Cependant je suis loin de prétendre que l'analogie soit complète; on peut même prévoir qu'elle ne saurait l'être. En effet, ces ondes liquides sont produites par une cause ou une force extérieure au liquide, et ne sont sensibles que dans les régions où l'action de cette cause se fait sentir, tandis que les vibrations lumineuses de l'éther dans le vide ne peuvent être attribuées qu'aux actions réciproques des molécules de ce fluide. Quoi qu'il en soit, cet exemple est peut-être le seul que l'on puisse citer comme présentant quelque analogie avec le phénomène des ombres, et il me paraît propre à faire concevoir certaines propriétés des vibrations lumineuses: ainsi, par exemple, dans une de mes Lettres précédentes, j'ai eu l'honneur de vous faire voir, monsieur, que le phénomène des ombres conduit à attribuer, à priori, *un mouvement de transport* aux nappes de *la surface de moindre visibilité*, ou, plus géné-

ralement, aux surfaces d'intensité égale. J'ai dit plus haut que les courbes de niveau des ondulations liquides irrégulières sont animées d'un mouvement de transport; la théorie de la diffraction de la lumière suppose que les points de la surface de l'onde lumineuse doivent être considérés comme autant de centres d'ébranlement partiels; on reconnaît que les ondes liquides irrégulières sont produites par les interférences d'une infinité d'ondulations provenant de centres d'ébranlement partiels créés par l'action du vent sur la surface du liquide, etc. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur diverses modifications proposées pour les machines à vapeur, et spécialement pour les locomotives.* (Lettre de M. Sorel.)

« J'eus l'honneur, le 6 mai 1844, de présenter à l'Académie plusieurs appareils de mon invention, accompagnés de dessins et d'un Mémoire descriptif ayant pour titre : *Notes sur divers perfectionnements dans les foyers, chaudières et machines à vapeur.* Mon travail fut envoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Duhamel et Regnault.

» Les résultats des expériences récentes de MM. Gouin et Le Chatelier prouvent l'utilité de mes appareils, qui ont pour but et pour effet d'obvier aux inconvénients signalés par ces habiles ingénieurs.

» Je vous prie, monsieur le Président, d'inviter MM. les Commissaires à examiner le plus tôt possible mes appareils, qui fonctionnent tous les jours sur la machine à vapeur de M. Cordier, fabricant d'acier poli à Paris, et qui, dans quelques jours, seront installés sur une locomotive du chemin de fer de Versailles (rive gauche). Mes appareils produisent, sur la machine fixe où ils sont placés, une économie de combustible de 18 pour 100; mais il est plus que probable que l'économie sera deux fois aussi grande dans les locomotives.

» Dans la Lettre qui accompagnait mon Mémoire, on lisait ce qui suit :

« J'appelle particulièrement l'attention de l'Académie sur les objets
» suivants :

» 1°. Sur le mécanisme que je nomme dégage-grille, destiné à activer la
» combustion. Au moyen de ce dispositif, on peut doubler la production de
» vapeur d'un générateur; ce qui sera un immense avantage pour la navi-
» gation à vapeur, et pour la locomotion sur les chemins de fer. Le dégage-
» grille appliqué aux locomotives, non-seulement permettra de diminuer
» considérablement le poids et le volume de ces machines, et celui de l'eau
» et du combustible que l'on est forcé de traîner avec soi, mais il permettra
» encore de supprimer ou d'agrandir le tuyau d'échappement de vapeur qui
» absorbe une quantité de force évaluée en moyenne à 15 chevaux.

» 2°. J'appelle également l'attention de l'Académie sur mon appareil pour » vaporiser l'eau qui est entraînée dans les cylindres, et celle qui s'y forme » par la condensation de la vapeur. Cet appareil donne les résultats ci-dessus » indiqués, en opérant, dans certaines proportions, le mélange de la vapeur » ordinaire, qui est toujours sursaturée, avec de la vapeur surchauffée. » L'application de cet appareil produira une économie de combustible de » 25 pour 100 dans beaucoup de cas.... »

» On voit, par ces citations, que je me suis occupé, il y a déjà longtemps, des mêmes questions que MM. Gouin et Le Chatelier, mais sous un autre point de vue. Les habiles ingénieurs du chemin de fer de Versailles ont sondé la plaie et apprécié toute l'étendue du mal; moi, j'ai cherché les moyens de guérison, et je crois avoir été assez heureux pour les trouver.

» Il résulte des expériences de MM. Gouin et Le Chatelier, que la vapeur ne pouvant s'échapper assez vite pendant la marche rétrograde du piston, exerce sur ce dernier une contre-pression qui diminue de 42 pour 100 l'effet utile de la vapeur : cette perte de force est due, en grande partie, au tuyau d'échappement employé pour appeler dans le foyer l'air qui alimente la combustion.

» L'un de mes appareils a pour but d'opérer la combustion sans l'intervention du tuyau d'échappement.

» Les savants expérimentateurs ont indiqué une autre cause de perte de force, c'est l'eau entraînée à l'état liquide dans les cylindres par le courant de vapeur; cette eau, dont la quantité, selon ces messieurs, varie de 18 à 20 pour 100, et selon d'autres ingénieurs, de 24 à 50 pour 100, emporte du calorique sans produire d'effet utile.

» Un de mes appareils a pour but de transformer cette eau en vapeur utile, avec la chaleur perdue de la fumée.

» On voit combien les locomotives laissent encore à désirer, malgré le haut degré de perfection où sont arrivées ces merveilleuses et puissantes machines, qu'un célèbre chimiste a comparées à un animal se nourrissant de feu.

» La Commission aura encore à examiner un mécanisme que j'ai récemment inventé, qui a également pour but l'économie du combustible, mais qui n'est pas applicable aux locomotives : ce mécanisme produit son effet en fermant et en ouvrant le registre de la cheminée, suivant le besoin, de manière à ne pas laisser passer dans le foyer une quantité d'air inutile à la combustion. En outre, le même mécanisme avertit le chauffeur par un grand bruit de sifflet ou de cloche, lorsqu'il faut alimenter le foyer.

» Ce mécanisme, ainsi que les précédents, est établi et fonctionne tous les

jours chez M. Cordier-Lalande, fabricant d'acier poli, à Ménilmontant. Cet industriel m'a beaucoup aidé dans l'organisation de ces divers appareils, qui ont été exécutés par M. Roussel, très-habile mécanicien, contre-maître de M. Cordier. C'est le même mécanicien qui monte dans ce moment mes appareils sur une des locomotives du chemin de fer de Versailles. »

GÉOLOGIE. — *Sur les galets striés.* (Extrait d'une Lettre de M. Ed. Collomb à M. *Élie de Beaumont.*)

« ..... J'ai encore à vous entretenir d'une expérience que je viens de faire » sur les galets striés. Cette expérience a pour but d'étudier l'action d'un » courant d'eau quelconque, d'une rivière ou d'une cascade sur ces galets.

» Une cinquantaine de galets rayés, de roche schisteuse bleue, assez dure, » recueillis sur la moraine de Wesserling, ont été mis dans un grand cylindre » horizontal creux, en fonte, de $1^m,30$ de longueur sur $0^m,50$ de diamètre, » fermé aux extrémités par deux disques en fonte et tournant sur son axe. » Ces galets ont été préalablement mélangés avec un volume égal au leur de » sable de rivière et 25 litres d'eau. Puis on a imprimé au cylindre un mou- » vement lent de quinze tours par minute seulement.

» Ce mouvement de rotation, en agitant les galets, le sable et l'eau dans » tous les sens, imite l'action produite dans la nature par le frottement de » ces cailloux, les uns contre les autres, dans un courant de rivière.

» Après six heures de mouvement, on en a retiré quelques-uns; les stries » les plus délicates avaient déjà disparu; il restait encore la trace des raies » plus profondément dessinées.

» Après vingt heures de mouvement, les stries ont complétement disparu; » il n'en reste pas trace sur les galets; ils ont pris l'aspect mat des galets de » rivière.

» Un exemplaire de ces galets partagé avant l'expérience en deux parties, » dont l'une a été soumise au frottement, et l'autre conservée à part, repré- » sente très-bien, lorsqu'on réunit les deux morceaux après l'expérience, » l'action produite par le mouvement.

» Cette expérience, ajoute M. Collomb, vient confirmer l'opinion de » M. Agassiz, qui dit que les galets rayés, qui sont entraînés par les torrents » des glaciers, perdent leur burinage à peu de distance de leur origine, pour » prendre l'aspect mat et uni des galets de transport aqueux; qu'on n'en » trouve nulle part dans les torrents des Alpes, pas plus qu'au pied des cas- » cades et sur les bords des lacs; et que partout où l'on trouve des galets » rayés, on a affaire à des accumulations de débris glaciaires.

» Elle nous prouve aussi, continue encore M. Collomb, que les stries de » la roche en place, du glattstein et du hasenbühl, de même espèce schis- » toïde que les galets et de burinage identique, seraient complétement dé- » truites si un courant d'eau, accompagné de sable, avait passé sur ces roches » pendant vingt heures seulement. Ce court espace de temps aurait suffi » pour faire disparaître les traces laissées par le frottement erratique. »

ASTRONOMIE. — M. Colla, directeur de l'Observatoire de Parme, écrit à M. Arago que, le 2 juin, à deux heures et demie du matin, il a aperçu une comète dans la lumière crépusculaire, parmi les étoiles de la constellation de Persée. Cette comète est visible à l'œil nu; son noyau est très-brillant, et sa queue, longue de 1 degré, ne se trouve pas exactement opposée au soleil; elle est inclinée vers le nord-nord-est.

Cette comète a été vue, le 5 juin, à l'Observatoire de Paris, par M. Faye. Elle a été observée le 5, le 7 et le 8 juin : les deux dernières observations ont été faites avec les instruments méridiens, lorsque la comète était à son passage inférieur.

M. Faye a calculé, sur ces trois positions, les éléments paraboliques suivants :

Temps du passage au périhélie, 1845, juin.	5,63097
Longitude du périhélie.	262° 37′ 52″
Longitude du nœud ascendant.	338.32.17
Inclinaison.	48.55.21
Logarithme de la distance périhélie	9,6028358
Sens du mouvement dans l'orbite	Rétrograde.

L'observation moyenne, celle du 7 juin, est représentée à 17″ en longitude, et à 9″ en latitude.

MM. Eugène Bouvard et Goujon, en partant des mêmes observations, ont trouvé :

Temps du passage, 1845, juin.	5,65057
Longitude du périhélie.	262° 28′ 9″
Longitude du nœud ascendant.	338.23.20
Inclinaison.	48.54.16
Distance périhélie	0,400847
Sens du mouvement héliocentrique	Rétrograde.

La position moyenne du 7 juin, calculée d'après ces éléments, diffère de la position observée de — 14″ en longitude, et — 4″ en latitude.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nombreux aérolithes du désert d'Atacama* (haut Pérou), *et nombreuses masses de fer météorique des environs de Santiago del Estero* (République Argentine). Note communiquée par M. **Darlu**, d'après une Lettre écrite de l'Amérique du Sud par son frère.

« Voilà deux ans que j'observe et fais observer le ciel dans les nuits du 11 au 15 novembre, sans qu'il ait été remarqué un plus grand nombre d'étoiles filantes que dans tout autre temps. Ce qui m'a donné l'idée de cette observation, c'est que, dans le désert d'Atacama, qui touche à Copiapo, on rencontre des aérolithes à chaque pas. J'ai su aussi, par quelqu'un digne de foi, que, dans la République Argentine, près de Santiago del Estero, se trouve, pour ainsi dire, une forêt d'aérolithes énormes, dont les gens du pays emploient le fer. »

M. **Perrey**, à l'occasion du tremblement de terre qui a dévasté récemment la ville de Mexico, adresse un résumé des renseignements qu'il a pu recueillir sur les autres tremblements qui se sont fait sentir dans la Nouvelle-Espagne, depuis l'époque de la conquête : le premier dont il ait trouvé l'indication bien positive remonte à l'année 1542 ; deux autres seulement se trouvent mentionnés pour ce même siècle, et cinq pour le suivant. Le XVIIIe siècle, au contraire, fournit des citations beaucoup plus nombreuses, ce qui indique seulement, comme le remarque M. Perrey, le soin plus grand que l'on prenait de conserver le souvenir de ces sortes de phénomènes, même quand ils n'étaient pas accompagnés de catastrophes remarquables.

Le tableau de M. Perrey contient en tout cinquante-six indications, dont onze n'ont d'autre date que celle de l'année.

M. **Blandin**, professeur à la Faculté de Médecine, et chirurgien à l'Hôtel-Dieu, prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des *candidats* pour la place vacante par suite du décès de M. **Breschet**, section de Médecine et de Chirurgie.

Il adresse, à l'appui de sa demande, l'indication des principaux ouvrages qu'il a publiés. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

(Renvoyé à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **James** réclame contre le jugement porté par la Commission qui a été chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le grand prix concernant la vaccine. Il rappelle les écrits qu'il a publiés depuis longtemps

pour montrer la dégénérescence du vaccin, son inefficacité après un certain nombre de transmissions de bras à bras, la nécessité de le renouveler, et les moyens d'y parvenir. Il revendique en conséquence, comme siennes, des idées que, suivant lui, la Commission a approuvées, quand elle a eu à les signaler en rendant compte des travaux des autres concurrents, et il demande à être admis à fournir à MM. les Commissaires la preuve de ce qu'il avance.

Cette Lettre donne lieu à diverses remarques sur la marche à suivre relativement aux réclamations qui peuvent s'élever contre les jugements d'une Commission, lorsque, comme c'est ici le cas, les Commissaires déclarent qu'ils ont été suffisamment informés, et maintiennent leurs conclusions.

M. Chuard adresse la description d'un nouveau système de *télégraphe électrique*.

M. Fraysse envoie le tableau des observations météorologiques faites à Privas (Ardèche), pendant le mois de mai 1845.

M. Elkington adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures un quart. A.

ERRATA.

(Séance du 2 juin 1845.)

Bulletin bibliographique, page 1673, ligne 32, *Essai sur les principes fondamentaux de l'analyse transcendante; par* M. Lemarle, *lisez* par M. Lamarle.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 22; in-4°.

Conservatoire royal des Arts et Métiers. — Cours de Statistique et de Géométrie appliquée aux Arts; séance de clôture du 27 avril 1845. — Statistique des Caisses d'épargne; par M. le baron CH. DUPIN; brochure in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; mai 1845; in-8°.

Ministère de la Guerre. — Collection des actes du Gouvernement depuis l'occupation d'Alger jusqu'au 1er octobre 1834; 1 vol. in-8°.

Ministère de la Guerre. — Algérie. — Bulletin officiel des actes du Gouvernement depuis le 1er octobre 1834 jusqu'au 30 décembre 1841; 2 vol. in-8°.

Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842, *publiée par ordre du Gouvernement et avec le concours d'une Commission académique. — Sciences historiques et géographiques;* tome I. — *Étude des routes suivies par les Arabes; par* M. E. CARETTE. Paris, 1844; in-8°.

Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842, *publiée par ordre du Gouvernement et avec le concours d'une Commission académique. — Sciences historiques et géographiques;* tome II. — *Recherches sur la Géographie et le Commerce de l'Algérie méridionale; par* M. E. CARETTE; *Notice géographique sur une partie de l'Afrique septentrionale; par* M. RENOU; in-8°.

Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842, *publiée par ordre du Gouvernement et avec le concours d'une Commission académique. — Sciences historiques et géographiques;* tome VI. — *Mémoires historiques et géographiques sur l'Algérie; par* M. PELISSIER; in-8°.

Dictionnaire français-berbère (dialecte écrit et parlé par les Kabaïles de la division d'Alger); ouvrage composé par ordre de M. le Ministre de la Guerre; in-8°; 1844.

(Les six ouvrages ci-dessus sont envoyés par M. le Ministre de la Guerre.)

Traité d'Anatomie topographique, ou Anatomie des régions du corps humain, 2e *édition; par* M. BLANDIN; 1834; 1 vol. in-8°, avec planches in-folio.

Nouveaux éléments d'Anatomie descriptive; par le même; 2 vol. in-8°; 1838.

Anatomie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine; par BICHAT; *nouvelle édition, contenant les additions publiées précédemment par* BÉCLARD, *et augmentée d'un grand nombre de Notes nouvelles par* M. BLANDIN; 4 vol. Paris, 1831; in-8°.

Des Races humaines, ou Éléments d'Ethnographie; par M. J.-J. D'OMALIUS D'HALLOY. Paris et Strasbourg, 1845; in-8°.

Aperçu de la structure géologique des Alpes; par M. STUDER; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon; années 1843-1844; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; mai 1845; in-8°.

Atlas général des Phares et Fanaux, à l'usage des navigateurs; par M. COULIER, *publié sous les auspices de* S. A. R. Monseigneur le prince DE JOINVILLE. — *Grèce et Iles Ioniennes;* in-folio.

Nouvelles observations sur le glacier du Faulhorn; par M. CH. MARTINS. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, tome II; 2ᵉ série; 1845). In-8°.

Extrait du Compte rendu de la séance publique et annuelle de la Société royale et centrale d'Agriculture, qui a décerné une médaille d'or à M. E. ROBERT, *pour la découverte et l'application d'un procédé (phloioplastie) propre à arrêter les ravages des insectes qui font périr les ormes, les pommiers, les frênes, etc., et à régénérer l'écorce des arbres souffrants;* brochure in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; juin 1845; in-8°.

Journal de Médecine; par M. TROUSSEAU; juin 1845; in-8°.

Le Mémorial, revue encyclopédique; avril 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; juin 1845; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; juin 1845; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale, et de Toxicologie; par M. ROGNETTA; juin 1845; in-8°.

La Clinique vétérinaire; juin 1845; in-8°.

Magnetical... *Observations faites à l'Observatoire magnétique et météorologique de Toronto (Canada), publiées par ordre du gouvernement sous la direction de* M. le lieutenant-colonel d'artillerie SABINE. Londres, 1844; in-4°.

Bericht über... *Analyses des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* mars 1845; in-8°.

Die Selbständigkeit... *L'indépendance et la dépendance du système nerveux sympathique, prouvées par des observations anatomiques; par* M. KÖLLIKER. Zurich, 1844; in-4°.

Die lehre... *Doctrine de la Cellule animale et des formes animales élémentaires les plus simples, exposée d'après les plus récentes découvertes; par* le même; in-8°.

Catalogo... *Catalogue méthodique des Mammifères d'Europe; par* le prince C.-L. BONAPARTE. Milan; in-4°.

Catalogo... *Catalogue méthodique des Cyprinées d'Europe; par* le même.

Specchio... *Tableau général des systèmes erpétologiques, amphibiologiques et ichthyologiques du* prince C.-L. BONAPARTE.

(Opuscules lus au Congrès scientifique de Milan, année 1844, et extraits des Actes de ce Congrès. Milan, 1845.)

Risposta... *Réponse à la question proposée comme sujet de prix par la Société médico-chirurgicale de Bologne, en mai* 1842. (*Exposition des altérations pathologiques produites par l'artérite.*) *Mémoire qui a obtenu le prix; par* M. C. CASTIGLIONI. Bologne, 1844; in-4°.

Teoremi... *Théorème sur les Coniques inscrites et circonscrites; par* M. STEINER, professeur à Berlin. Rome, 1844; in-8°.

Applicazioni... *Applications géométriques du Calcul intégral, quadrature des surfaces courbes et cubature des solides; par* M. TORTOLINI; ¼ de feuille in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 23; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 66.

L'Écho du Monde savant; n°s 41 et 42; in-4°.

Congrès scientifique de France; 13e *session. Programme;* ½ feuille in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Considérations sur le mode de distribution des fluides nourriciers dans l'économie animale; par* M. **Milne Edwards**.

« Le nouveau Mémoire sur la circulation, que je dépose sur le bureau de l'Académie, devant être publié sous peu de jours, je crois inutile d'en donner lecture et je me bornerai à indiquer en quelques mots l'objet de cet écrit.

» Pour montrer que l'existence d'un système circulatoire composé en partie de vaisseaux et en partie de lacunes, n'est ni une anomalie ni un fait isolé dans l'histoire physiologique des animaux, j'ai repris l'étude comparative des différentes voies par lesquelles les sucs nourriciers parviennent jusque dans la substance de tous les tissus vivants chez les divers animaux, et j'ai examiné la manière dont les vaisseaux sanguins se constituent lors de leur développement, soit normal, soit pathologique, chez les Vertébrés. Les résultats auxquels je suis arrivé ainsi me paraissent s'enchaîner de la manière la plus évidente et font voir que le mode d'organisation dont les Mollusques offrent un exemple n'est que l'un des degrés de la série de modifications par lesquelles la division du travail physiologique s'établit de plus en plus complé-

tement dans l'ensemble des systèmes cavitaires chez les animaux dont la structure se perfectionne. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la formation de la graisse chez les animaux; par* M. BOUSSINGAULT.

L'extrait suivant d'une Lettre adressée par M. Boussingault à M. Arago donnera une idée des résultats auxquels l'auteur est parvenu dans les nouvelles recherches qui font l'objet de ce Mémoire :

« Mes recherches paraissent établir : 1° que les porcs âgés de huit mois, après avoir été élevés au régime normal de la porcherie, contiennent beaucoup plus de graisse qu'ils n'en ont reçu avec les aliments; 2° que des porcs nourris pendant six mois avec des pommes de terre ne produisent pas plus de graisse que n'en renferment les tubercules; 3° que dans l'engraissement des porcs (j'ai opéré sur *neuf* individus) il y a beaucoup plus de graisse assimilée qu'il ne s'en trouve dans la ration; 4° que les aliments qui, administrés seuls, n'ont pas la faculté de développer de matières grasses, acquièrent cette faculté d'une manière étonnante aussitôt qu'on y joint de la graisse, bien que la graisse donnée seule produise l'inanition; 5° que les rations engraissantes qui ne contiennent qu'une quantité minime de graisse sont toujours riches en principes azotés.

» J'ai engraissé des oies, et, comme M. Persoz l'a vu le premier, j'ai reconnu que la graisse produite excède considérablement l'huile contenue dans le maïs. Ainsi, sur ce point, mes expériences confirment pleinement celles que M. Persoz a communiquées à l'Académie, et comme un des Commissaires nommés pour examiner ce travail, j'éprouve le besoin de voir proclamer bien haut cette concordance.

» Je puis vous dire en deux mots comment j'ai constaté la rapide influence de la graisse toute formée dans l'engraissement. Des canards ont été gavés avec du riz qui ne contient que quelques millièmes de matières grasses. D'autres canards de même poids, et d'origine semblable, ont reçu la même dose de riz; mais, dans cette ration, j'avais ajouté du beurre. Les canards au *riz pur* sont restés, à peu de chose près, ce qu'ils étaient au commencement de l'expérience; les canards au *riz beurré* sont devenus en quelques jours de véritables boules de graisse.

» Dans toutes mes observations, j'ai constamment vu la formation de la chair accompagner la production de la graisse. »

A la suite de cette communication, M. MILNE EDWARDS prend la parole

pour faire remarquer l'accord qui existe entre les faits nouveaux constatés par M. Boussingault et les résultats fournis par les expériences sur *la production de la cire chez les abeilles*, qu'il a faites en 1843, de concert avec M. Dumas. « Dans nos expériences, dit M. Milne Edwards, les abeilles n'ont pas donné de cire lorsque nous les nourrissions avec du sucre et de l'eau seulement, mais elles en ont créé lorsque nous leur fournissions du miel, substance qui renferme une petite proportion de matière cireuse. La quantité de matière grasse que nos abeilles trouvaient alors dans leurs aliments, jointe à la graisse préexistante dans le corps de ces insectes, était tout à fait insuffisante pour expliquer la production de la cire constatée durant le cours de l'expérience, de sorte qu'il fallait attribuer à ces animaux la faculté de créer cette substance grasse aux dépens des matières sucrées dont on les nourrissait. Nous n'avions pas cherché à déterminer le principe qui pouvait jouer le rôle d'une sorte de ferment dans cette transformation; mais si l'on adopte les vues de M. Boussingault, il deviendra facile de se rendre compte de la cause des différences que je viens de rappeler. Quoi qu'il en soit de ce point, on voit, du reste, par les nouvelles expériences de notre savant collègue, que les choses se passent chez les mammifères comme nous avions vu qu'elles se passent chez les insectes. »

A la suite de la même communication, M. **Payen** présente les observations suivantes :

« Les nouvelles recherches de notre confrère démontrent, par deux voies différentes, la nécessité d'une certaine proportion de substances grasses dans la nourriture des animaux pour déterminer une accumulation notable et prompte de graisse dans leurs tissus; par là, elles s'accordent avec la conclusion générale que nous avions déduite, MM. Dumas, Boussingault et moi, des nombreuses analyses de produits végétaux comparées à leurs effets dans l'engraissement et la formation du lait.

» Ces faits, auxquels nous attachions beaucoup d'importance en raison de leur utilité pratique, conservent donc, aujourd'hui même, leur valeur sous ce rapport.

» Ils concourent à montrer combien il doit être avantageux de connaître la composition immédiate des matières nutritives, afin de mieux discerner leurs effets, et de parvenir, au moyen d'aliments appropriés ou de mélanges convenables, soit à bien nourrir les animaux, soit à réaliser leur engraissement d'une façon prompte et économique.

» L'ensemble de ces travaux prouverait, contrairement à l'opinion d'un

savant chimiste étranger, qu'on ne saurait attendre de l'emploi des pommes de terre ou d'aliments analogues, des résultats semblables à ceux que l'on obtient si facilement en faisant intervenir le son, le maïs, les tourteaux et les autres substances riches en matières oléiformes.

» Ainsi se trouvent encore justifiées les pratiques traditionnelles, trop peu répandues encore, qui utilisent si bien, pour l'élevage et l'engraissement des animaux, les drèches, les résidus divers des distilleries, les menues pailles, etc.

» Quant à la question purement scientifique, elle semble s'éclaircir, surtout en ramenant à un moyen terme ce que les deux opinions divergentes pouvaient avoir de trop exclusif, et, sous ce rapport même, tous les travaux auront profité à la solution définitive. »

M. le **Président de l'Académie** rappelle à la Section de Médecine qu'elle a maintenant à se prononcer sur la vacance survenue dans son sein par suite du décès de M. **Breschet**.

M. **Serres** annonce, au nom de la Section, qu'une proposition sera faite à ce sujet dans la prochaine séance.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur l'anévrisme artérioso-veineux, comprenant la description de deux nouvelles espèces d'anévrismes faux consécutifs; par* M. **Aug. Bérard**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Serres, Andral, Velpeau.)

« L'une de ces espèces a été signalée, en 1830, par M. Rodrigue; elle consiste dans la production d'un sac anévrismatique placé sur l'artère, et communiquant directement avec ce vaisseau par une ouverture qu'a produite l'instrument vulnérant. Du côté opposé au sac, l'artère présente une seconde plaie qui établit, entre elle et la veine, une communication immédiate d'où résulte une varice anévrismale.

» Ce fait, unique dans la science, a été observé à la cuisse, et a été produit par un coup de couteau qui a traversé de part en part l'artère fémorale et le côté correspondant de la veine.

» La seconde espèce d'anévrisme, découverte par M. Auguste Bérard, consiste en une tumeur placée au devant de la veine. Cette poche, formée aux dépens du tissu cellulaire, communique directement avec la veine, et celle-ci

est abouchée avec l'artère par suite d'une seconde plaie opposée à la première. Il résulte de là que le sang artériel ne pénètre dans l'anévrisme faux consécutif qu'en traversant le calibre de la veine.

» M. Aug. Bérard établit en outre, dans ce Mémoire, et en s'appuyant sur un très-grand nombre d'observations, que le seul traitement chirurgical rationnel à opposer à l'anévrisme artérioso-veineux consiste dans l'opération de la ligature pratiquée sur les bouts supérieur et inférieur de l'artère aussi près que possible du point où le vaisseau communique avec la veine. »

CHIRURGIE. — *Recherches expérimentales sur les blessures des vaisseaux sanguins, considérées particulièrement sous le rapport de la formation et de l'organisation des caillots spontanés obturateurs des artères divisées dans une grande plaie transversale, et des conséquences à en tirer pour la chirurgie et la médecine légale;* par M. **J.-Z.** Amussat. (Troisième partie.)

(Commission précédemment nommée.)

« Avant d'arriver, dit M. Amussat, en terminant son Mémoire, aux conclusions qui découlent des faits nouveaux que je viens de rapporter, il me paraît utile d'indiquer la différence qui existe entre mes expériences et celles des auteurs qui se sont occupés du même sujet.

» Ainsi, les expérimentateurs qui m'ont précédé ont séparé et isolé les vaisseaux des parties voisines pour les mettre à découvert, et être assurés de faire ce qu'ils désiraient.

» Dans mes expériences, au contraire, j'ai toujours fait une plaie *sans dissection préalable,* pour placer les animaux dans les conditions analogues à celles où se trouve un homme chez lequel un vaisseau sanguin a été blessé.

» D'après les faits établis dans ce Mémoire, je crois pouvoir déduire les conclusions suivantes :

» 1°. Le caillot spontané obturateur des artères complétement divisées dans une grande plaie transversale se forme très-promptement et sous les yeux de l'expérimentateur;

» 2°. Ce caillot est formé par la fibrine du sang, et il est soutenu par la membrane celluleuse externe de l'artère ou la quatrième membrane, et non pas par la gaîne, comme on serait porté à le croire par un examen superficiel et par la description ordinaire de la structure des artères;

» 3°. La cavité centrale des caillots spontanés, qui a beaucoup d'analogie avec le cratère des tumeurs sanguines que j'ai décrites dans un autre Mé-

moire, fournit un caractère important pour découvrir une artère masquée par un caillot;

» 4°. Contrairement aux idées de Jones et de Béclard, etc., l'artère se suffit à elle-même, puisque le caillot peut se former à l'extrémité d'une artère qui dépasse le niveau de la section des chairs;

» 5°. Le caillot est d'autant plus volumineux et plus résistant, que l'artère et la celluleuse étaient plus tendues au moment de la section : or, la conséquence pratique qui découle de ce fait, c'est la nécessité d'exercer une forte traction sur les artères avant de les diviser, afin de se placer dans les conditions les plus favorables à la formation de caillots solides presque analogues à ceux qu'on observe après l'arrachement ;

» 6°. En poursuivant mes recherches expérimentales sur les blessures des vaisseaux sanguins au delà des limites chirurgicales que je m'étais d'abord tracées, j'ai pensé qu'on pourrait peut-être les utiliser pour la médecine légale : ainsi, lorsqu'on pratique une section transversale des deux artères carotides en même temps, sans intéresser la moelle épinière, sur un animal vivant, il se forme toujours des caillots aux extrémités cardiaques de ces vaisseaux, et ces caillots sont en rapport direct avec la tension plus ou moins grande du cou et de l'artère au moment de la section;

» 7°. Au contraire, lorsqu'on pratique la section des artères carotides une ou deux minutes après que la vie a été préalablement détruite, soit par une forte percussion sur la tête, soit par la section simple et directe de la moelle épinière, la strangulation, l'asphyxie, etc., il ne se forme pas de caillots aux extrémités cardiaques des artères carotides, ou, si l'on en observe, ils sont très-petits, et ne ressemblent pas à ceux qui se forment dans les vaisseaux divisés sur des animaux dont la vie est dans toute son intégrité, et qui meurent directement par hémorragie ;

» 8°. Les extrémités cardiaques des artères divisées sont donc le point le plus important à observer, puisqu'en les examinant avec attention on peut arriver à dire, mieux que par l'état des chairs, si les vaisseaux ont été divisés pendant que la vie était dans toute son intégrité, ou après la mort apparente ou réelle.

» Comme on le voit, de hautes questions de physiologie et de médecine légale se rattachent à la dernière série de mes expériences, qui sont une conséquence toute simple de mes travaux sur le caillot spontané.

» Du reste, je ne mentionne ces résultats qu'avec une grande réserve, en attendant qu'ils aient été confirmés par d'autres expérimentateurs et par des faits observés sur l'homme avec ces données nouvelles; car, jusqu'à pré-

sent, on a beaucoup trop négligé d'indiquer l'état des vaisseaux divisés dans les observations de médecine légale qui ont été publiées.

» Les faits analogues sur l'homme exigent donc un examen nouveau, et les conséquences à en tirer sous le triple rapport de la physiologie, de la chirurgie et de la médecine légale, feront l'objet d'un autre travail que j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'attention éclairée de l'Académie. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Mémoire sur les avantages que l'on peut retirer des plantations de Mélèzes, rédigé d'après des expériences faites dans un département de l'ouest; par* M. P. LETOURNEUX.

(Commissaires, MM. de Mirbel, de Gasparin, Boussingault.)

« I. — L'idée d'utiliser le mélèze comme arbre forestier de nos contrées m'est venue pendant une promenade que je faisais il y a quatorze ou quinze ans dans un jardin. Frappé de la rapidité et de la précocité de son développement, je recueillis des graines que je semai. Elles me donnèrent quelques centaines de sujets, dont j'augmentai le nombre par des achats successifs, de manière que j'en possède maintenant quatre à cinq mille dans mes pépinières, qui ont déjà fourni à l'aménagement d'environ 5 hectares. Ces premiers essais ont dépassé mes prévisions.

» II. — On a cru pendant longtemps que le mélèze ne pouvait bien réussir que sur le versant nord des hautes montagnes, aussi n'en rencontre-t-on en France qu'en petit nombre, plantés çà et là, plutôt comme chose d'agrément et de curiosité, que comme objet de spéculation. Moi-même j'ai partagé d'abord, à cet égard, l'opinion générale; cependant je me suis hasardé à en planter quelques-uns dans un terrain très-mouillé, et ils y ont parfaitement réussi; tous, sans en excepter un seul, sont pleins de cette vie exubérante qui se décèle par un feuillage épais, bien nourri, d'un vert foncé, et par des pousses tellement vigoureuses, que la principale tige, inclinée sous son poids, a de la peine à prendre la direction verticale. Enhardi par ce résultat, je ne balancerais pas à confier à des landages humides une partie du jeune plant qui garnit mes pépinières, pourvu toutefois que la terre ne fût pas de la nature de celles qu'on désigne sous le nom de glaiseuses, terres fortes ou compactes. Les sols qui ont pour base le granit, les schistes, les argiles légères conviennent éminemment à la culture de cet arbre. Il se plaît surtout dans les bas-fonds inclinés au nord, quoiqu'il réussisse bien aussi dans les terrains élevés, secs et rocailleux. Je ne connais pas d'arbre plus souple à se prêter à toutes les exigences des localités où on le transplante. Cependant

les zones où domine le calcaire font exception à cette règle générale : sa végétation y est plus lente, souvent maladive; quelquefois il y devient tout à fait rachitique.

» III. — Un siècle suffit à peine au chêne pour son complet développement; le hêtre met soixante-dix ans pour atteindre le même but; le châtaignier, de cinquante à soixante ans; le mélèze, terme moyen, vient trois fois plus vite que les arbres forestiers des départements de l'ouest qui poussent avec le plus de vigueur. Le peuplier, planté dans des conditions convenables, est celui qui s'en rapproche le plus par sa précocité ; mais il y a cette différence entre eux, que le premier ne vient bien que dans un bon fonds, un peu humide, qu'il détériore et appauvrit, tandis que l'autre réussit dans presque tous les terrains en augmentant leur fertilité.

» Le mélèze, comme le taxodier, après avoir ombragé le sol pendant la saison des chaleurs, se dépouille de ses feuilles aux approches de l'hiver. Elles forment, par l'accumulation de leurs couches successives, un abondant humus, et elles paraissent contenir, plus que celles de tous les autres arbres, des principes fertilisants; car la bruyère, soumise à leur influence, disparaît bientôt pour faire place à une herbe précoce, un peu molle il est vrai, mais assez abondante pour être récoltée à la faux, au moins pendant quelques années.

» Le bois du mélèze, plus serré et plus dur que celui de la plupart des arbres verts proprement dits, est excellent pour la menuiserie et la charpente; il est employé avec un grand avantage dans les constructions navales. Un officier de la marine anglaise m'a dit que les montagnes de l'Écosse en fournissent beaucoup pour cet usage.

» IV. — Je plante mes mélèzes en quinconce à 4 mètres de distance. Il m'en faut 620 pour garnir 1 hectare. Vu la rapidité de leur accroissement, il n'est pas possible qu'ils vaillent moins de 10 francs pièce au bout de vingt ans; total : 6200 francs. Voyons maintenant ce que rapporte la même quantité de terre en labour. Elle ne dépasse guère, dans les départements de l'Ouest, 50 francs de revenu annuel; ainsi, 1 hectare, loué à ce prix, pendant vingt ans, donnera avec les intérêts composés, 1600 francs. Voilà donc deux superficies d'égale grandeur, dont l'une rapporte 6200 francs et l'autre 1600 francs dans le même espace de temps. Que ceux à qui le prix de 10 francs pour chaque pied d'arbre, au bout de vingt ans, paraîtrait exagéré, le supposent de 5 francs; qu'ils l'abaissent à trois, s'ils le veulent, ils reconnaîtront que, même à cette limite extrême, le terrain planté de mélèzes leur rapportera plus que la meilleure terre labourable.

» V. — J'achète du plant de deux ans de semis pour l'approvisionnement de mes pépinières, que je place aussi près que possible du lieu où doit s'effectuer la transplantation. Je mets un espace de 70 centimètres entre chacun de mes jeunes sujets. Au bout de trois ans, ils ont acquis la hauteur de 1 mètre 60 centimètres à 2 mètres. C'est alors que je les enlève avec la motte pour leur transplantation. Par ce procédé on coupe bien quelques-unes des plus longues racines, mais on conserve intactes et adhérentes à la terre la majeure partie des spongioles.

» Les fosses destinées à les recevoir sont creusées plusieurs mois d'avance, afin que la terre qu'on en extrait ait le temps d'être amendée et ameublie par les influences atmosphériques. Celle de dessus est mise à part pour servir à enterrer les racines, et celle du fond est rangée du côté opposé. Je fais donner à mes fosses 1 $\frac{1}{2}$ mètre de largeur et 70 centimètres de profondeur; mais, avant la plantation, j'ai soin de les faire remplir aux deux tiers avec la terre des bords renversée au moyen de la bêche qu'on promène tout à l'entour, pour en détacher une bande de 20 centimètres environ de largeur. C'est sur ce lit, convenablement dressé, que je place l'arbre et que je l'enterre, en ayant soin de conserver au pivot sa direction naturelle, s'il n'a pas été endommagé. La plus mauvaise terre, celle qui a été extraite du fond de la fosse, est étendue en dernier lieu et placée de manière à former un plan incliné du côté de l'arbre, afin de retenir les eaux pluviales si précieuses pour activer la végétation. On se prive de cet avantage quand on plante des sujets trop grands qui ne peuvent conserver leur rectitude qu'au moyen d'un talus.

» La transplantation peut se faire jusqu'au moment où le bourgeon, destiné à donner naissance à la tige principale, se dégage de son enveloppe. Mais le moment le plus favorable est celui où la séve commence à monter, ce qui a lieu ordinairement dans le courant de février et de mars. »

MÉDECINE. — *Sur la cyanose des nouveau-nés et sur le traitement de cette affection;* *par* M. MEIGS. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Flourens, Andral, Velpeau.)

« L'auteur commence par rappeler que vers la fin de la gestation utérine, les organes du fœtus, dans tous les mammifères, sont complets quant à leur développement, à l'exception du cœur, dans lequel le trou botal est une condition de vie utérine, car il ne peut se fermer avant l'époque de la naissance, sans amener une mort inévitable. Ce trou donc se ferme postérieurement, et, d'ordinaire, du troisième au vingtième jour.

» Dans certains cas, avant que l'occlusion soit complète, la valvule du trou botal est soulevée par le torrent de sang provenant de la veine cave inférieure, qui est conduit par la valvule d'Eustache contre la fosse ovale, et étant projeté contre la face droite de la valvule, la soulève pour se faire jour dans l'oreillette gauche et tomber dans le ventricule, d'où il est injecté dans le cerveau et dans tout l'organisme. Mais un sang non oxygéné n'est pas propre à entretenir l'activité vitale du cerveau; et la suspension des fonctions du cerveau entraîne la cessation des fonctions de toute l'économie animale, en particulier celles des poumons; de là, la coloration en bleu de la peau, la *cyanose* des nouveau-nés.

» Empêcher le passage du sang à travers le trou botal est donc le but qu'on doit se proposer quand on se trouve en présence d'un pareil cas; et l'on conçoit que ce but n'est pas impossible à atteindre quand on se rappelle que la valvule du trou botal est très-légère et flottante, et que le sang de l'oreillette gauche obéit, comme tout corps, à l'action de la pesanteur. Ainsi, que l'on place l'enfant sur le côté droit, la tête et le tronc en haut, le *septum auriculare* devient horizontal, et le sang pèse sur la valvule du trou botal qui se ferme; et souvent, le changement de position est immédiatement suivi du rétablissement du cours normal de la circulation : ce n'est plus que du sang oxygéné qui arrive au cerveau, et l'asphyxie cesse. Tous les moyens qu'on avait jusqu'ici employés contre cette affection des nouveau-nés avaient échoué, tandis que la méthode que je propose réussit 50 ou 60 fois sur 100. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Combustion du gaz des marais et du gaz oléfiant; par* MM. **P.-A. Favre** *et* **J.-T. Silbermann.** (Troisième partie.)

« Le gaz des marais a été préparé avec l'acétate de soude et la baryte, et analysé durant toutes les combustions; nous nous sommes assurés qu'il était complétement brûlé; l'appareil qui nous sert à brûler l'oxyde de carbone était notre témoin.

» Le gaz oléfiant, préparé avec l'alcool et l'acide sulfurique dans les poids convenables, purifié par l'acide sulfurique, la potasse dissoute, l'alcool et l'eau, et analysé comme le précédent, a été soumis au même contrôle pour constater la combustion complète.

» Une chose remarquable, c'est que le gaz oléfiant brûlant donne en calories la somme de son hydrogène et de son carbone brûlant à l'état de liberté.

» L'étude de la combustion des corps carburés et de certains charbons nous mettra, nous l'espérons, sur la voie de la constitution du charbon pris à l'état de liberté; car, outre la chaleur en moins que doit donner la combustion du charbon libre, vu son changement d'état, il semblerait que, pour entrer dans ses combinaisons, il doit en donner moins encore en quittant une combinaison effectuée entre ses propres molécules. Cette prévision, si elle se réalise, éclairera la question des radicaux simples, et apportera quelque chose à la statique des êtres organisés.

Gaz des marais.

	Combustions.	Analyses.
Première......	13147$^{cal.}$,4............	C... 0,5108 H... 0,1740
Deuxième.....	13153$^{cal.}$,7............	C... 0,5217 H... 0,1764
Troisième......	13173$^{cal.}$,4............	C... 0,6314 H... 0,2141
Moyenne..	13158$^{cal.}$,2 pour la combustion de 1 gramme de ce gaz.	

» Soustraction faite des 34462 calories dégagées par la combustion de 1 gramme d'hydrogène, 1 gramme du charbon contenu dans le gaz des marais ne donnerait, en brûlant, que

5953$^{cal.}$,6.

Gaz oléfiant.

	Combustions.	Analyses.
Première......	11896$^{cal.}$,5............	C... 0,8967 H... 0,1515
Seconde.......	11904$^{cal.}$,2............	C... 0,7203 H... 0,1217
Moyenne..	11900$^{cal.}$,3 pour la combustion de 1 gramme de ce gaz.	

» Soustraction faite des 34462 calories dégagées par la combustion de 1 gramme d'hydrogène, 1 gramme du charbon contenu dans le gaz oléfiant donnerait, en brûlant,

8083$^{cal.}$,5

» *Nota.* Dans le précédent travail sur la combustion du charbon, nous nous sommes assurés qu'il ne se produisait aucun hydrogène carboné échappant à la combustion dans l'appareil où elle s'effectue. Si un peu d'eau que contient toujours le charbon laissé à l'air peut se décomposer sous son influence, l'hydrogène carboné qui en provient se brûle de suite; car, sur

l'appareil à oxyde de carbone il ne se forme *point* d'eau; nous avons fait des expériences qui ne laissent là-dessus aucun doute. »

(Cette troisième partie des recherches de MM. Favre et Silbermann est renvoyée à l'examen des Commissions nommées à l'occasion de la présentation des deux premières parties, Commissions qui sont réunies en une seule.)

ÉCONOMIE RURALE. — *Étude des Graminées considérées sous les rapports botanique, agricole, économique et industriel; par* M. PHILIPPAR. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Silvestre, de Gasparin, Dutrochet.)

« Depuis 1831, je m'occupe de l'étude des céréales dont j'ai réuni une collection considérable que j'ai présentée à l'Académie au mois de février de cette année. J'ai cultivé ces plantes de manière à pouvoir apprécier leur valeur comparative dans les différents climats et dans les diverses natures de terres, et fixer la nomenclature de leurs nombreuses variétés.

» J'ai observé, dans mes voyages en France, que le froment, céréale par excellence, n'est pas cultivé partout où il pourrait l'être; que dans beaucoup d'endroits où les blés peuvent réussir, on ne trouve que du seigle, de l'orge et des avoines dont on panifie la farine. J'ai reconnu que, dans les localités où le blé est cultivé en grand, les variétés que l'on rencontre ne sont pas les meilleures, et qu'on ne s'attache pas assez à choisir celles qui sont le plus convenables à telle ou telle zone climatérique et à tel ou tel terrain.

» Dans ce Mémoire je donne la description des céréales distribuées en genres, en races, en sections, etc., avec une appréciation de la valeur comparative des plantes qui composent ces divisions, appréciation faite ici d'une manière générale.

» Le genre FROMENT, *Triticum*, est divisé en neuf groupes, comprenant:

» Le premier, les Épeautres, *Triticum spelta*, barbus, imberbes et compactes;

» Le deuxième, les Monocoques, *Tr. monococcum;*

» Le troisième, les Amidonniers, *Tr. amyleum*, blancs et colorés;

» Le quatrième, les Comprimés, *Tr. compressum*, pubescents et glabres;

» Le cinquième, les Aplatis, *Tr. complanatum*, colorés et blancs;

» Le sixième, les Renflés, *Tr. turgidum*, glabres et pubescents;

» Le septième, les Hordéiformes, *Tr. hordeiforme*, glabres et pubescents;

» Le huitième, les Communs, *Tr. sativum*, barbus compactes, pubescents et glabres, colorés et blancs, barbescents glabres et colorés, imberbes

glabres, colorés et blancs, semi-compactes, glabres blancs et colorés, compactes glabres, semi-compactes, pubescents blancs et colorés;

» Le neuvième, les Sécaliformes, *Tr. secaliforme;*

» Le genre SEIGLE, *Secale,* est sans divisions;

» Le genre ORGE, *Hordeum,* se divise en deux groupes:

» Le premier, Orges distiques, *H. distichum,* à grains enveloppés, à épis lâches et à épis denses, et à grains nus;

» Le second, Orges hexastiques, *H. hexastichum,* barbus à grains enveloppés à épis allongés et à épis compactes, à grains nus;

» Le genre AVOINE, *Avena,* est divisé en deux groupes:

» Le premier, Avoines paniculées, *A. paniculata,* à grains enveloppés blancs et colorés, à grains nus;

» Le second, Avoines à grappes, *A. racemosa,* à grains enveloppés colorés et blancs, à grains nus;

» Le genre RIZ, *Oryza,* barbus et imberbes;

» Le genre MAÏS, *Zea,* jaunes, panachés, à épis panachés, à grains panachés, à épis et à grains panachés, rouges et blancs;

» Le genre PANIS, *Panicum,* divisé en deux groupes:

» Le premier, Panis paniculé, *Panicum;*

» Le second, Panis spiciforme, *Setaria;*

» Le genre ALPISTE, *Phalaris;*

» Le genre SORGHO, *Sorghum,* à panicules lâches, à panicules compactes;

» Le genre PÉNICILLAIRE, *Penicillaria;*

» Le genre ZIZANIE, *Zizania;*

» Le genre GLYCÉRIE, *Glyceria;*

» Le genre PASPALE, *Paspalum.*

» Chacun des genres, des groupes de chaque genre, des sections et des séries de chaque groupe, contiennent des variétés qui sont rapprochées suivant leur ressemblance.

» Dans un second Mémoire, je m'occuperai des variétés qui entrent dans les divisions. »

CHIRURGIE. — *Sur un nouveau mode de traitement des fistules lacrymales et des larmoiements chroniques, au moyen de la cautérisation combinée avec l'ablation de la glande lacrymale; par* M. P. **BERNARD.** Deuxième Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Après avoir cherché à démontrer, dans un premier travail communiqué

à l'Académie, en octobre 1843, l'innocuité pour la vision, de l'ablation de la glande lacrymale, je fais connaître aujourd'hui le procédé que je suis avec succès, et que je crois avoir le premier proposé et appliqué, dans le traitement des fistules lacrymales et des larmoiements chroniques.

» Je cautérise la muqueuse nasale par la partie supérieure, avec une solution de nitrate d'argent plus ou moins concentrée. Au moyen de pansements journaliers et modifiés suivant les circonstances, je parviens ordinairement, dans les cas simples de tumeurs lacrymales, à guérir mes malades dans l'espace de quinze jours, trois semaines ou un mois au plus.

» Dans les cas de fistules compliquées, le traitement est le même, mais nécessairement beaucoup plus long, à cause du traitement général approprié qu'il faut réunir au traitement local.

» L'âge des malades n'oblige pas à apporter de notables modifications à ce traitement.

» La cautérisation est faite en vue de modifier les tissus affectés, bien plus que de produire l'oblitération du sac ou des conduits lacrymaux, comme le tentaient Nannoni, Delpech et plusieurs autres chirurgiens; toutefois si, malgré toutes les précautions, cet accident arrive, accompagné d'un larmoiement réputé jusqu'ici incurable par les moyens ordinaires, je n'hésite pas, dans ces cas, à pratiquer l'ablation de la glande lacrymale saine; plusieurs opérations de ce genre m'ont déjà donné les meilleurs résultats pratiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le calcul stigmal; par* M. **Merpaut-Duzélidest.**

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville, Lamé.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Description et figure d'un nouveau système de ponts; par* M. **Becker.**

(Commissaires, MM. Poncelet, Pouillet, Morin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse deux exemplaires d'un Rapport du directeur de la pépinière centrale d'Alger, M. **Hardy**, sur une éducation de vers à soie, faite en 1843 dans cet établissement, et d'un Rapport fait au nom de la Société séricicole par M. **Héricart de Thury**, sur les résultats ob-

tenus par M. Hardy, et sur les moyens propres à favoriser ce genre d'industrie agricole dans nos possessions d'Afrique.

M. Flourens, en présentant, au nom de l'auteur, M. Simon, professeur d'anatomie au King's College, deux Mémoires imprimés ayant pour titres : l'un *Essai physiologique sur le Thymus*, l'autre, *Anatomie comparée de la glande thyroïde*, donne, d'apres une Note manuscrite de l'auteur, une idée des principaux résultats obtenus relativement à la structure et aux fonctions de ces parties.

« Après avoir, dit M. Simon, constaté par un examen comparatif des divers organes sécrétoires, ce qu'il y a de commun dans les dispositions anatomiques qu'ils présentent, et ce qu'on peut considérer, par conséquent, comme en constituant les caractères essentiels, je pars de ce premier résultat pour établir les affinités du thymus, de la thyroïde, des glandes surrénales, et des glandules malpighiennes de la rate. Dans tous ces organes, j'ai reconnu un appareil essentiellement sécrétoire, un tissu vraiment glanduleux. J'ai trouvé que ce tissu se présente toujours dans ces organes sous forme de cavités closes, où les produits spécifiques doivent être retenus pendant une période variable, et d'où ils ne peuvent sortir qu'en rentrant dans la circulation par la voie des vaisseaux lymphatiques. Le manque de conduit excrétoire est le caractère commun de ces glandes; pour ce qui est des détails de leur conformation, on trouve que chacune a son arrangement propre. Les cavités du thymus sont tubulo-vésiculaires; celles des glandes surrénales, tubulaires; celles de la thyroïde et des glandules malpighiennes de la rate, vésiculaires.

» Quant au thymus, j'en ai suivi le développement à partir du moment où il ne consiste encore qu'en un tube simple, clos, allongé, dont plus tard les ramifications progressives constitueront une masse glandulaire. J'ai parfaitement constaté le fait, déjà consigné dans les ouvrages de Becker et d'Haugsted, que le thymus n'est nullement un organe fœtal. Son activité principale ne commence qu'à la naissance, et appartient surtout aux premiers mois de la vie, à la période de la croissance.

» J'ai trouvé la glande partout où il y a une respiration pulmonaire; même dans les marsupiaux où son existence avait été niée, et dans les oiseaux et les reptiles, où on l'avait négligée ou méconnue. Dans la classe des poissons, je n'en ai vu aucune trace.

» Chez les animaux hibernants, dans la plupart desquels elle devient un organe permanent, j'ai noté une transformation très-intéressante des éléments chimiques de la glande, ainsi que de sa structure intime.

» La fonction du thymus paraît n'être autre chose qu'une séquestration organisatrice des matières nutritives, action qui aurait une analogie intime avec la formation ordinaire de la graisse.

» J'ai exposé, dans mon Mémoire, les raisons qui me conduisent à croire que cette séquestration, qui ne s'observe que dans les animaux dont la respiration est d'une certaine intensité, mais qui cesse lorsque la respiration est devenue parfaite, doit avoir quelque rapport avec la fonction respiratoire; et ce qui me porte à y voir une accumulation de matériaux destinés à la *combustion*, c'est que la séquestration n'a lieu que dans ces époques de la vie (l'enfance), ou dans les espèces (les animaux hibernants), où il n'y a aucune activité des muscles, aucune dissipation des éléments chimiques du corps, aucune dépense considérable de matière oxydable pour la respiration. Lorsque les mouvements énergiques commencent à devenir fréquents, lorsque la dissipation ordinaire des matériaux s'est établie, alors la fonction du thymus devient sans objet et cesse, excepté chez les hibernants, qui reviennent périodiquement à l'immobilité d'une quasi-enfance.

» La glande thyroïde existe, au moins à l'état rudimentaire, dans toute la série des animaux vertébrés; la forme la plus élémentaire sous laquelle on peut la reconnaître est celle de l'organe signalé dans les poissons par Broussonet sous le nom de *branchiole*. Broussonet n'a reconnu cet organe que lorsqu'il est extérieur; mais dans certaines espèces il cesse d'être apparent parce qu'il est recouvert par la membrane muqueuse; chez d'autres il n'a plus aucune connexion avec la membrane et constitue tout à fait une thyroïde.

» Même quand il se présente sous forme de *branchiole*, cet organe n'est qu'un *diverticulum* de la circulation encéphalique. Il n'appartient aucunement au système respiratoire; ce n'est pas de l'artère branchiale, mais de la veine branchiale, qu'il reçoit le sang oxygéné.

» Jamais l'organe ne perd ce caractère diverticulaire. Quelque grand que soit son développement, quelque parfaite que soit sa structure, toujours on y voit une disposition des vaisseaux qui rappelle la branchiole.

» Mais quand on examine l'organe dans des classes plus élevées, on voit au lacis des vaisseaux se mêler des cavités sécrétoires, et il paraît naturel de supposer que la fonction de ces cavités closes doit être dans des rapports nécessaires avec celle des vaisseaux auxquels elles viennent s'ajouter. Or, le rôle de ces vaisseaux étant diverticulaire pour la circulation encéphalique, on peut admettre de même que la sécrétion qui s'opère dans les cavités de la glande est aussi en quelque sorte diverticulaire, c'est-à-dire qu'elle augmente ou diminue dans un rapport inverse avec l'activité nutritive du cerveau. »

« A l'occasion de l'opinion de M. Simon sur le corps thyroïde, M. **Serres** rappelle un Mémoire présenté par M. le docteur Maignien, chirurgien de la garde municipale de Paris, dans lequel sont exposées des vues analogues.

» Dans ce Mémoire, M. Maignien expose que chez les mammifères l'action des lobes thyroïdes consiste à *compenser* et à *régulariser* le cours de la circulation artérielle dans l'axe cérébro-spinal.

» Il établit cette opinion, d'une part, d'après l'étude comparée de ces lobes dans les diverses classes de Vertébrés, et, de l'autre, d'après des expériences directes sur les animaux.

» Dans ces expériences, M. le docteur Maignien observa que l'ablation partielle ou totale des lobes thyroïdes agissait à des degrés divers sur l'action de l'axe cérébro-spinal du système nerveux.

» Appliquant ensuite les résultats qu'il avait observés chez les animaux à l'espèce humaine, il chercha, par l'anatomie des âges de l'embryon et du fœtus, à déterminer l'influence qu'exerce le développement du corps thyroïde sur le développement général de l'organisme.

» Ces données portèrent M. Maignien à comparer l'état de cet organe dans les conditions diverses de la vie extra-utérine et à observer les modifications qu'il éprouve selon le sexe, l'âge, les maladies et les races. Il établit de cette manière les rapports qu'il croit exister entre l'état de ces corps et les manifestations de l'intelligence.

» Enfin il arriva, par cette voie, à proposer une classification nouvelle des races humaines.

» Quant à l'influence des corps thyroïdes sur la génération que vient de rappeler M. Flourens, c'est encore par la voie expérimentale que M. le docteur Maignien a été conduit aux vues qu'il a émises, vues qui concernent plus particulièrement l'acte du coït et de la parturition.

» D'après ces considérations, je demande que la Note de M. Simon soit renvoyée à l'examen de la même Commission qui est chargée de faire un Rapport sur le Mémoire de M. le docteur Maignien. »

« M. **Flourens** répond que le travail de M. Simon est essentiellement un travail d'anatomie comparée, et n'a, par conséquent, qu'un rapport très-éloigné avec celui de M. Maignien.

» Quant à l'idée particulière de M. Maignien concernant l'influence de la glande thyroïde sur la fécondité, M. Flourens s'est assuré, par des expériences directes et très-nombreuses, que cette idée n'était point fondée. (*Voyez* le *Compte rendu,* t. XVIII, p. 485.) »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences relatives à la soustraction du liquide céphalo-rachidien, et à l'influence des muscles cervicaux postérieurs et du ligament sur-épineux sur la locomotion; par* M. LONGET. (Extrait.)

« C'est une opinion accréditée parmi les physiologistes depuis une vingtaine d'années, que la soustraction du liquide céphalo-rachidien trouble singulièrement les fonctions locomotrices. Pour pratiquer cette soustraction, le précepte qu'on donne est d'ouvrir la dure-mère et l'arachnoïde entre l'occipital et l'atlas, après avoir incisé les parties qui recouvrent l'espace occipito-atloïdien. Une fois le liquide évacué, si vous abandonnez l'animal à lui-même, vous le verrez, dit-on, titubant à la manière d'un animal ivre.

» Or, chez le cheval, le chien, le chat, le cabiai et le lapin, je me suis borné à inciser les muscles cervicaux postérieurs à leur insertion occipitale, ainsi que le ligament sur-épineux, sans diviser le ligament occipito-atloïdien, et, par conséquent, sans donner écoulement au liquide céphalo-rachidien; puis, tous ces animaux étant remis dans la station horizontale, c'est avec quelque étonnement que j'ai observé chez eux précisément le même trouble dans la locomotion, la même incertitude dans la démarche que, jusqu'à présent, on avait toujours rapportés à la soustraction du liquide cérébro-spinal. Une contre-épreuve était nécessaire; il fallait évacuer ce liquide, sans diviser les parties musculaires et ligamenteuses de la région postérieure du col. J'enlevai une seule lame vertébrale vers le milieu de la région dorsale; à la suite de cette opération préalable, un peu de faiblesse survint (à cause de la plaie musculaire) dans le train postérieur, mais elle ne fut en rien augmentée par la soustraction du liquide, et, de plus, les animaux ne présentèrent aucunement la titubation si caractéristique et si remarquable que j'avais observée dans l'autre série d'expériences, où les seules parties molles de la nuque avaient été divisées.

» Par conséquent, des expériences précédentes il résulte, 1° qu'on a accordé à tort au liquide céphalo-rachidien une influence des plus importantes sur l'exercice des fonctions locomotrices, et que cette influence paraît nulle; 2° que la section des muscles cervicaux postérieurs et du ligament sur-épineux produit, chez les animaux, la démarche incertaine de l'ivresse, et que, jusqu'ici, les expérimentateurs ont rapporté à la soustraction du liquide céphalo-rachidien des effets qui dépendent d'une tout autre cause, la simple division des parties molles de la nuque. »

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES. — *Sur une publication attribuée à* Desargues, *et différente de celles qui ont été récemment mentionnées.* (Lettre de M. **Th. Olivier**.)

« Dans un exemplaire de la *Géométrie de l'Infini* de Fontenelle, je trouve cette note manuscrite :

« M. Desargues fit imprimer en 1639, à Paris, un système de l'Infini.

» Il fit présent d'un exemplaire à M. de Roberval, qui est entre les mains » de M. Rocher. »

» Ce serait donc le titre d'un ouvrage non mentionné dans la liste donnée par M. Chasles, et qui devra y être ajouté. »

M. **Artur** écrit relativement à une Note qu'il dit avoir adressée pour la séance précédente, et dont il n'a pas été fait mention au *Compte rendu*.

On s'est assuré que cette pièce n'était pas parvenue au Secrétariat.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés*, présentés, l'un par M. **Alph. Martin**, l'autre par M. **P. Thenard**.

COMITÉ SECRET.

M. **Cauchy** présente, au nom de la Section de Mécanique, les deux listes suivantes de Candidats pour une place vacante de correspondant :

Étrangers.			*Regnicoles.*		
MM.	Eytelwein,	à Berlin.	MM.	Séguin,	à Montbard;
	Venturoli,	à Rome.		Reech,	à Lorient.
	Moseley,	en Angleterre.			

Les titres de ces Candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance : MM. les Membres en seront prévenus par Lettres à domicile.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 23; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XIV, juin 1845; in-8°.

Annales de Pharmacie et de Chimie; juin 1845; in-8°.

Recherches zoologiques faites pendant un voyage sur les côtes de la Sicile; par M. MILNE EDWARDS; brochure in-8°.

Rapports sur une éducation de vers à soie, faite en 1843, *à la pépinière centrale du Gouvernement à Alger; par* M. HARDY, directeur de l'établissement, *et par* M. le vicomte HÉRICART DE THURY (publiés par ordre du Ministre de la Guerre); brochure in-8°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; mai 1845; in-8°.

Les Steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie méridionale. Voyage pittoresque, historique et scientifique; par M. X. HOMMAIRE DE HELL; 15e à 18e livraisons in-8°, et 15e à 18e livraisons de planches in-folio.

Statistique minéralogique, géologique, métallurgique et minérallurgique du département de l'Isère; par M. GUEYMARD. Grenoble, 1844; in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le Concours de Statistique.)

Annales des Sciences physiques et naturelles, d'Agriculture et d'Industrie, publiées par la Société royale d'Agriculture, etc., de Lyon; tomes I, II, III, IV, V, VI, VII; années 1838 à 1844; in-8°.

Mémoires de la Société ethnologique; tome II; in-8°.

Bulletin de la Société libre d'émulation de Rouen pendant l'année 1843-1844; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Horticulture de l'Auvergne, journal des Progrès et des Intérêts horticoles de la France centrale; 3e année; 1re à 6e livraison. Clermont; in-8°.

Aperçu général sur l'état actuel de la Médecine vétérinaire en France; Mémoire lu à l'Académie royale de Médecine dans sa séance du 6 *mai* 1845, *par* M. HAMONT; brochure in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; par M. VIOLLET; mai 1845; in 8°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; février et mars 1845; in-8°.

L'Abeille médicale; 3e année; n° 5; juin 1845; in-4°.

Programme des questions proposées pour le Concours de 1846 *par l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles ;* 1 feuille in-4°.

A physiological... *Essai physiologique sur la glande Thymus; par* M. SIMON. Londres, 1845; in-4°.

On the comparative... *Sur l'Anatomie comparée de la glande thyroïde; par* M. J. SIMON. (Extrait des *Transactions philosophiques* pour l'année 1844.) In-4°.

Remarks... *Remarques sur les Bains, la Natation, le Massage, etc.; par* M. ESTE; brochure in-8°. Londres, 1845.

Baths... *Bains et lavoirs pour les classes laborieuses, et Compte rendu de ce qui s'est passé dans une réunion convoquée à l'effet d'aviser aux moyens nécessaires pour favoriser l'établissement de bains chauds et froids, et de lavoirs destinés à l'usage des classes laborieuses;* brochure in-8°.

The medical Times; n° 299.

American... *Société philosophique américaine de Philadelphie pour l'avancement des Connaissances utiles;* 3e volume, n° 27; mai 1843. — *Célébration du* 100e *anniversaire de la fondation de la Société;* in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 538; in-4°.

Maria Antonia, nuovo genero... *Nouveau genre de la famille des Légumineuses, décrit par* M. PARLATORE. Florence, 1844; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 124; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 68-70.

L'Écho du Monde savant; n° 42; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUIN 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE OPTIQUE. — *Sur les moyens d'observation que l'on peut employer, pour la mesure des pouvoirs rotatoires; par* M. BIOT.

« Les personnes qui ont eu l'heureux hasard de découvrir une classe de phénomènes naturels, jusqu'alors inaperçue, et qui, par une étude patiente, se sont attachées à en établir les lois expérimentales avec l'exactitude nécessaire pour qu'on en puisse faire des applications sûres, sont exposées à deux sortes d'inconvénients. Le premier, c'est de n'être pas, ou de ne pas paraître toujours assez disposées à accueillir les changements que l'on veut introduire dans les procédés d'observation qu'elles ont mis en usage. Le second, c'est de voir proposer, comme simplifications, des dispositions nouvelles, qui ôteraient aux résultats la précision en laquelle consiste toute leur valeur scientifique, et qui, même, les dénatureraient entièrement. Il faut bien se résoudre alors à signaler l'imperfection ou l'erreur, pour empêcher qu'elles ne se propagent, et ne conduisent à tirer des conséquences fausses, de faits qui seraient mal appréciés.

» Ces considérations s'appliquent malheureusement avec trop de justesse, au choix des appareils que l'on peut employer pour mesurer les déviations

qu'un grand nombre de substances, particulièrement d'origine organique, impriment aux plans de polarisation des rayons lumineux (1). On a prouvé que, dans l'état fluide, ce pouvoir est exercé individuellement par les molécules mêmes de ces substances, qui le portent diversement modifié dans toutes les combinaisons où elles s'engagent passagèrement sans s'y décomposer; et l'on a donné des méthodes rigoureuses pour déterminer, dans chaque cas, son sens d'action, ainsi que son intensité spécifique sur chaque rayon simple. Il est aisé de concevoir combien ce caractère moléculaire, rendu ainsi calculable, offre un moyen d'investigation précieux à la chimie, qui n'avait pu jusqu'alors opérer que sur des masses sensibles. Mais, pour qu'il lui serve, et même pour qu'il ne l'égare pas, il faut qu'il soit déterminé expérimentalement avec tous les soins qui en rendent l'évaluation correcte. Le jour où on l'altérerait par de fausses pratiques, il vaudrait mieux qu'il n'eût pas été découvert tant il engendrerait d'erreurs, d'autant plus graves qu'elles porteraient sur les particularités les plus profondes de la constitution des corps. Aussi me suis-je spécialement attaché à lui donner ces conditions indispensables de vérité et de certitude, dans la construction de l'appareil qui m'a servi pour l'établir, et que j'ai décrit dans le numéro des *Comptes rendus*, du 7 septembre 1840, avec tous les détails nécessaires pour qu'on en fasse des applications exactes. Cet appareil en lui-même est fort simple. Il se compose essentiellement de deux pièces: d'abord, une glace noire, plane et polie, qui reçoit, sous un angle convenable, la lumière blanche des nuées et la polarise par réflexion; puis, un prisme biréfringent, achromatisé du côté de l'œil, qui reçoit cette lumière réfléchie, normalement à sa surface antérieure, et sert à l'analyser par l'observation des images doubles ou simples, qu'il en donne quand on le fait tourner sur lui-même, dans le plan de cette surface, au moyen d'une alidade dont l'extrémité libre décrit un cercle concentrique à limbe divisé, sur lequel on mesure son mouvement angulaire. Les positions, tant absolues que relatives, de ces deux pièces, déjà établies approximativement par la construction, achèvent de se rectifier à l'aide de vis de

---

(1) L'ensemble de ces phénomènes, leurs lois physiques, et les formules qui servent pour calculer leurs applications à la chimie, ont été résumés dans les *Annales de Chimie et de Physique* pour 1844, en un Mémoire intitulé : *Sur l'emploi de la lumière polarisée pour étudier diverses questions de mécanique chimique*, 3e série, tome X, pages 5, 175, 307, 385, et tome XI, page 82. *Voyez* aussi un Mémoire intitulé : *Sur la cause physique qui produit le pouvoir rotatoire dans le quartz cristallisé; Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome VIII, 1er semestre de 1839, page 683.

(*Note ajoutée à l'impression.*)

rappel, par des essais qui dépendent de l'observateur seul, sans l'intervention d'aucun artiste, ni d'aucun appareil auxiliaire qui s'interpose entre lui et les résultats. Mais, pour que ces rectifications aient toute la rigueur qu'elles doivent atteindre, et pour que les éléments de mesures obtenus ensuite par l'observation, offrent le caractère d'exactitude qu'exigent des expériences de recherche, il faut s'assujettir à une condition dont une longue pratique m'a fait reconnaître l'indispensable nécessité. C'est que le prisme et tout le corps de l'appareil soient établis à demeure dans un petit cabinet obscur, construit pour ce but, dans lequel l'expérimentateur s'enferme pour observer. Le miroir réflecteur seul reste extérieur, et reçoit la lumière du ciel qu'il renvoie intérieurement à travers des tuyaux noircis, munis de diaphragmes, où elle est restreinte en un mince faisceau cylindrique, dont tous les éléments parallèles sont sensiblement dans un même état de polarisation. Il n'y a que la pratique personnelle qui puisse faire comprendre tout ce que cet arrangement donne de sûreté, de précision et de délicatesse aux résultats obtenus. L'appareil, une fois ainsi établi et réglé, est toujours prêt pour les observations; et, quoique j'aie conseillé d'en vérifier de nouveau les caractères de rectification, à chaque reprise d'expériences, ce qui, au reste, se fait en quelques instants, on trouve presque toujours qu'il s'est maintenu sans altération appréciable. Cette permanence est sans prix pour un observateur, par la sécurité qu'elle lui donne et le temps qu'elle lui épargne. Sans alléguer l'épreuve que j'ai faite moi-même de ces avantages dans l'appareil qui me sert sans cesse, depuis si longtemps, au collége de France, on peut les reconnaître dans celui de l'Hôtel-Dieu, qui a été construit par M. Soleil, d'après mes instructions détaillées. Il sert journellement pour l'étude des urines diabétiques. Il a également servi jusqu'à présent à toutes les recherches de chimie optique, dont M. Bouchardat a communiqué les remarquables résultats à l'Académie. Néanmoins, depuis quatre ans qu'il est établi, il est encore aussi parfaitement rectifié, et prêt pour les observations les plus délicates, que le jour où je le réglai pour la première fois. Quant à la sensibilité des indications, elle dépasse tout ce qui peut être jusqu'ici nécessaire, ou même désirable, pour les applications les plus minutieuses des pouvoirs rotatoires (1). C'est à cet ensemble de

(1) J'ai rapporté dans mes Mémoires une foule d'expériences où j'ai rendu manifestes des pouvoirs rotatoires de la dernière faiblesse, en les faisant réagir, par différence ou par somme, sur la teinte violet-bleuâtre que j'ai appelée *de passage*, et qui se produit dans une position convenable du prisme analyseur, avec tous les liquides actifs et incolores qui dispersent les plans de polarisation, sensiblement, comme le cristal de roche, observé dans le sens de son

bonnes dispositions, jointes à une parfaite constance d'état de chaque appareil, qu'on doit aujourd'hui l'accord de tant de déterminations, et de résultats physiques, relatifs aux pouvoirs rotatoires, qui ont été obtenus depuis quelques années en France par des observateurs différents, ou par les mêmes observateurs à différentes époques, sans qu'il y ait eu un seul cas de discordance ou d'opposition.

» Malheureusement, par une suite d'habitudes prises dans le courant ordinaire des opérations de chimie, cette condition si simple et si essentielle de mesurer les déviations dans l'obscurité, sur un appareil établi à demeure, a paru gênante et incommode à un grand nombre de personnes, même à des expérimentateurs qui, à la vérité, ne la jugeaient pas par pratique, mais par aperçu. Néanmoins je me suis bien gardé de l'abandonner pour le motif vain et condamnable de rendre ces phénomènes plus populaires, en sacrifiant la certitude de détermination indispensable pour leur utilité scientifique. Je me

---

axe. J'en citerai un nouvel exemple : j'ai pris une colonne de sirop de sucre de canne, parfaitement diaphane, ayant 148 millimètres de longueur, pour laquelle cette teinte s'obtenait dans l'image extraordinaire lorsque la section principale du prisme analyseur était déviée à droite du plan de la polarisation primitive de 92°30'. Alors, ayant dépassé quelque peu cette position, de manière à faire naître dans la teinte un soupçon de pourpre rougeâtre, j'ai ajouté au système une couche mince du même sirop, contenue dans un anneau de verre qui avait seulement 1 millimètre d'épaisseur intérieure entre les deux glaces qui le terminaient. Cette interposition a ramené aussitôt la teinte à un bleu manifeste qui montrait que la déviation était maintenant devenue plus forte; et que, pour retrouver la même teinte violet-rougeâtre, il fallait tourner tant soit peu davantage, vers la droite, la section principale du prisme analyseur. Ce déplacement aurait donc donné la mesure du pouvoir rotatoire ajouté au pouvoir primitif, si l'on avait voulu l'évaluer. Mais on peut le connaître bien plus sûrement, d'après la loi de proportionnalité à laquelle les déviations de la teinte de passage sont assujetties. Car la couche ajoutée ayant une épaisseur de 1 millimètre, son action isolée aurait produit une déviation analogue, égale à $\frac{92°,5}{148}$ ou 0°,625; ce qui, d'après la même loi, équivaut à une épaisseur de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, égale à $1^{mm}.\frac{0°,625}{24°,018}$ ou $\frac{26}{1000}$ de millimètre. Telle était donc l'ordre de faiblesse de l'action qui se manifestait si évidemment. La même couche de 1 millimètre, interposée seule devant le système des deux plaques de quartz de M. Soleil, ne m'a donné aucun indice de déviation appréciable, c'est-à-dire aucune différence perceptible entre leurs teintes préalablement amenées à l'égalité, quoique j'opérasse dans les mêmes conditions d'obscurité et de polarisation. Il convient de faire ces épreuves délicates sur des lames fluides plutôt que sur des lames de quartz, quand même on pourrait les obtenir aussi minces, afin d'éviter les effets que pourrait développer le moindre défaut de perpendicularité sur le rayon incident.

rappelle trop combien, avant d'avoir pris cette précaution, j'ai eu pendant longtemps de peine pour obtenir, par des répétitions multipliées et fatigantes, des résultats seulement approximatifs, dont une observation unique donne aujourd'hui les évaluations rigoureuses, en s'y conformant.

» C'est sans doute afin de se plier à cette répugnance en rendant aussi l'appareil plus portatif et moins coûteux, qu'on a imaginé en Allemagne une disposition, qui peut, à la vérité, suffire pour des expériences usuelles et des applications pratiques; mais qu'il ne me semblerait pas désirable de voir s'introduire, sous cette forme, dans les recherches scientifiques, parce qu'elle en restreindrait la généralité et la rigueur.

» On a remplacé la glace réfléchissante et le prisme biréfringent par deux prismes de Nicol, centrés sur un même axe, où ils sont maintenus à une distance invariable, ayant un intervalle libre entre eux. Le plus éloigné de l'observateur est fixe. L'autre, derrière lequel on applique l'œil, peut tourner angulairement autour de l'axe, entraînant une alidade qui marque ses mouvements sur le contour d'un cercle divisé qui lui est concentrique. Pour observer, on dirige l'appareil vers le ciel comme une lunette. Si l'on suppose la construction des deux prismes mathématiquement parfaite, et leur centrage rigoureusement exact, le faisceau lumineux qui a traversé le premier prisme en sort polarisé en un seul sens; et le second, en tournant sur lui-même, en donne une image toujours unique, d'intensité variable, qui est identique à l'extraordinaire qu'extrairait du même faisceau un prisme biréfringent, dont la section principale serait tournée dans la même direction angulaire relative. La position initiale du prisme mobile est celle où il éteint absolument toute la lumière transmise par le premier. Quand on l'a reconnue, on interpose la plaque solide ou liquide que l'on veut étudier, et l'on détermine la quantité de la déviation, ainsi que l'intensité spécifique du pouvoir rotatoire, par les méthodes que j'ai données. M. Mitscherlich, de qui je tiens ces détails, m'a dit que l'appareil ainsi modifié, et réduit à un prix très-modique, est devenu en Allemagne d'un usage général parmi les fabricants de sucre de betteraves, pour diriger la série de leurs opérations (1). Lui-même l'emploie habituellement pour l'étude des urines diabétiques et pour toutes ses recherches de chimie optique. Il s'en est servi dans un travail spécial sur la

---

(1) Sur cette application spéciale des propriétés optiques à l'analyse des matières sucrées, *voyez* les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XV, 2e semestre de 1842, pages 619 et 693. Relativement aux solutions incolores de sucre de canne *pur*, soient l la longueur du tube d'observation en millimètres, α la déviation de la teinte de passage,

fabrication des sucres, qu'il doit bientôt publier; et il a découvert ainsi plusieurs faits extrêmement remarquables, sur les variations que le sucre de canne, interverti par les acides ou par la fermentation, éprouve temporairement dans l'intensité de son pouvoir rotatoire, lorsqu'on l'expose à une succession de températures diverses, trop peu élevées pour lui imprimer une altération permanente. Ce phénomène est analogue à celui que j'avais antérieurement observé sur l'acide tartrique; mais le pouvoir rotatoire du sucre interverti parcourt une amplitude de variations beaucoup plus grande. J'ignore si cet emploi des deux prismes de Nicol, d'ailleurs facile à imaginer, n'a pas été occasionnellement réalisé en France. Du moins, je sais qu'un expérimentateur habile, M. Regnault, l'avait conseillé il y a longtemps, pour des usages pratiques. Son avantage spécial est de donner beaucoup de lumière. On y dépend de l'artiste pour la bonne confection des deux prismes. Mais ces pièces s'exécutent aujourd'hui avec assez de perfection pour que la polarisation du faisceau transmis soit sensiblement complète, même dans l'obscurité; et il faudrait vérifier avec beaucoup de soin que cette condition est exactement remplie pour une lumière aussi intense que celle du ciel, avant d'employer un semblable appareil à des recherches de précision. Dans ce cas, en outre, on devrait regretter qu'il ne donne qu'une seule image; mais on en aurait deux si l'on conservait le prisme biréfringent du côté de l'œil. Alors, en mettant toujours le corps de l'instrument et l'observateur dans l'obscurité, on aurait un appareil à intervalles variables, qui serait non moins sûr, mais beaucoup plus lumineux que celui qui m'a jusqu'à présent servi; et l'on pourrait raisonnablement y adapter des subdivisions plus minutieuses pour la me-

---

observée à l'œil nu, et exprimée en degrés sexagésimaux; on aura :

Poids absolu de sucre cristallisable contenu dans un litre de la solution (en grammes).. $1400\,\frac{\alpha}{l}$.

Dans un appareil usuel, tel que celui qui est décrit ici dans le texte, l est constant ainsi que le rapport $\frac{1400}{l}$. Donc, si l'on forme un tableau numérique du produit de ce rapport par les diverses valeurs de α espacées de degré en degré, on connaîtra tout de suite le nombre de grammes de sucre pur que chaque déviation observée indique dans un litre de la solution. Par exemple, si la longueur l du tube est 200 millimètres, le rapport $\frac{1400}{200}$ sera 7. Ainsi chaque degré de déviation répondra à 7 grammes.

Si la solution était mêlée de sucre cristallisable et de sucre incristallisable, on en démêlerait les proportions par une épreuve auxiliaire, qui est décrite, et justifiée par des expériences, au tome XVI des *Comptes rendus*, 1er semestre de 1843, page 619.

(*Note ajoutée à l'impression.*)

sure des angles. Je ne désespère pas d'avoir avant peu, à ma disposition, des morceaux de spath d'Islande assez volumineux et assez purs pour réaliser ce projet. D'autres particularités qui ajouteraient encore à la précision des résultats, et qui permettraient d'entreprendre des recherches de la dernière délicatesse, ont été conçues par l'excellent physicien que je viens de désigner. Mais c'est à lui qu'il appartient de les dire, et personne ne serait plus heureux que moi de lui voir appliquer à ce genre de phénomènes cette rare faculté d'exactitude, ainsi que de sagacité inventive, qu'il porte dans tous ses travaux. On aurait bien tort de supposer que je pusse voir sans un vif plaisir des perfectionnements pareils. Le caractère moléculaire du phénomène, et la fixation de ses lois expérimentales, sont les deux seules choses auxquelles je puisse attacher quelque prix et quelque espérance de durée.

« Une autre disposition pour observer les déviations à la lumière du jour a été récemment présentée à l'Académie au nom d'un artiste français qui s'est montré fort habile dans la taille des cristaux, et qui a imaginé ou construit une multitude d'instruments relatifs aux phénomènes de double réfraction et de polarisation, aujourd'hui répandus dans tous les cabinets de physique. C'est précisément pour cela que je crois nécessaire d'exprimer mon sentiment sur sa nouvelle invention. Cet artiste est M. Soleil, qui a construit aussi un grand nombre de mes appareils, actuellement employés en France ou dans l'étranger. L'idée qu'il a voulu réaliser est fort ingénieuse; et si elle ne peut pas servir pour mesurer généralement les déviations, comme je vais le prouver tout à l'heure, cela ne lui fait aucun tort, puisque l'inaptitude de son procédé pour cette opération tient à des particularités théoriques qu'il pouvait ne pas connaître, étant si délicates qu'elles n'ont pas été aperçues du premier coup d'œil, par des personnes très-habiles. L'instrument de M. Soleil se compose de deux plaques de cristal de roche perpendiculaires à leur axe individuel, exerçant des rotations de sens contraire, ayant la même épaisseur, leurs axes parallèles, et accolées latéralement en une plaque unique, avec une justesse propre à cet artiste. Supposez un appareil composé comme le mien, d'une glace polarisante et d'un prisme analyseur. On interpose d'abord la double plaque normalement au faisceau polarisé; et, si la section principale du prisme analyseur ne coïncide pas avec le sens de la polarisation, supposé unique, les portions du faisceau transmises à travers l'une et l'autre plaque donnent des images colorées de teintes diverses. Alors on tourne le prisme jusqu'à ce que l'identité des teintes ait lieu, et sa section principale se trouve ramenée dans le plan de la polarisation primitive par ce caractère. Cette première application du procédé est exacte. Seulement, après l'avoir

essayée, je ne la trouve pas pratiquement plus précise, ni plus facile, ni plus prompte, que le retour direct du prisme à la polarisation primitive, dans l'obscurité (1). Elle ne peut même équivaloir à cette restitution directe qu'en supposant la coupe des plaques et leur assemblage parfaits. Il y a aussi des conditions de perpendicularité dans l'interposition, que je passe sous silence. En somme, c'est un intermédiaire inutile entre le résultat et l'observateur, puisque celui-ci peut le suppléer par lui-même avec plus de sûreté, et non moins de précision. Dans les déterminations expérimentales, l'addition d'une pièce dont on peut se passer n'est pas un perfectionnement. C'est un ennemi de plus qu'on se donne.

» Ce petit appareil restant ainsi inséré dans le trajet du rayon lumineux polarisé en un seul sens, et les deux teintes étant ramenées à l'identité, on interpose, avant ou après lui, la substance dont on veut mesurer le pouvoir rotatoire. Pour plus de simplicité, je suppose que ce soit une colonne d'un liquide actif, contenue dans un tube fermé par des glaces minces et parallèles. Alors, si l'on place le centre de la pupille dans le plan de jonction des deux plaques de quartz, de manière à recevoir simultanément les rayons transmis par l'une et par l'autre, chaque demi-image, donnée par le prisme biréfringent, se montre colorée d'une teinte différente, l'une étant formée par les actions rotatoires dont les sens conspirent, l'autre par celles qui sont de sens opposé. Ceci ayant lieu, il faut, selon la prescription de l'inventeur, tourner le prisme biréfringent vers la droite, ou vers la gauche, jusqu'à ce que chaque demi-image se trouve ramenée à une exacte identité d'intensité et de teinte, comme dans la position initiale; et l'arc que sa section principale aura décrit, mesurera l'angle de déviation propre à la substance interposée. Ici est l'erreur théorique. Car cette double restitution d'identité n'est rigoureusement possible que si la lumière transmise est simple, auquel cas la mesure directe de la déviation serait équivalente, et s'obtiendrait encore avec plus de sûreté, sans l'intermédiaire des deux plaques. Quand on opère sur la lumière blanche, ce qui est le but principal de l'application proposée, aucune position du prisme biréfringent ne peut donner des demi-images qui soient rigoureusement de même intensité et de même teinte, quoique leur dissemblance puisse cesser d'être appréciable à l'œil avec une lumière peu vive, quand l'action propre de la substance interposée est restreinte à certaines limites de fai-

(1) En effet, toutes les fois que j'ai opéré ce retour direct, ce qui se fait en un moment, dans mon appareil, quand le ciel n'est pas très-sombre, l'interposition du système des deux plaques de quartz ne m'a jamais présenté aucune différence de teintes que je pusse apprécier.

blesse. C'est ce que le raisonnement et l'expérience s'accordent à montrer.

» Je commence par la démonstration théorique. Soit i l'angle de déviation que la plaque dont on veut mesurer le pouvoir rotatoire, imprime, par son action propre, au plan de polarisation primitif d'un faisceau lumineux de réfrangibilité définie. Nommons $-a$, $+a$ les déviations analogues que chacune des plaques de quartz assemblées imprimerait isolément au plan de polarisation de ce même faisceau. Quand toutes ces actions s'exerceront simultanément, par couples, les portions du faisceau qui les auront individuellement subies, se trouveront respectivement polarisées dans les directions $i-a$, $i+a$. Alors, pour que le prisme biréfringent dédouble chacune d'elles en deux images, dont les intensités soient respectivement égales, en s'écartant de i de moins qu'un quadrant, il faudra placer sa section principale dans la direction intermédiaire i. En effet, si l'on suppose généralement cette section déviée de l'angle α à partir du plan de polarisation primitif, dans la limite précédente, et que l'on nomme F_e, F'_e les intensités de l'image extraordinaire, obtenue à travers chacune des deux plaques, l'intensité totale du faisceau étant I, on aura en général,

$$F_e = I\sin^2(i-a-\alpha); \qquad F'_e = I\sin^2(i+a-\alpha).$$

Ces expressions deviendront égales entre elles si l'on fait $\alpha = i$; et elles ne peuvent l'être convenablement pour notre but, que pour cette valeur. Car les autres qui satisferaient analytiquement à la même condition d'égalité se rejoindraient à celle-là par des demi-circonférences, ou par des quadrants que la nature du problème exclut. Dans ce cas, les deux images homologues formées à travers l'une et l'autre plaque de quartz seront aussi de même teinte, puisque la lumière transmise est supposée d'une même réfrangibilité. Mais cette position angulaire du prisme est la seule où les conditions d'identité puissent avoir lieu, dans les limites d'écart assignées.

» Supposons maintenant que le faisceau transmis à travers le système mixte contienne des rayons de réfrangibilités diverses, mais toujours primitivement polarisés en un sens unique. Le raisonnement que nous venons de faire sera applicable à chacun d'eux. Seulement il faudra désigner par des indices distincts les éléments angulaires i et a qui y correspondent, parce que, toutes les autres circonstances restant d'ailleurs égales, leurs valeurs varient avec la réfrangibilité, en suivant des lois différentes dans les substances diverses. Alors, quand les portions du faisceau total qui traversent l'une ou l'autre plaque de quartz auront aussi traversé l'épaisseur commune de la substance active qu'on leur associe, les divers rayons simples qui les com-

poseront, auront pris des directions de polarisation diverses, respectivement correspondantes aux éléments angulaires exprimés dans les deux colonnes suivantes.

Sens de polarisation final des rayons qui ont subi successivement les actions rotatoires.

Opposées.	*Conspirantes.*
$i_1 - a_1$	$i_1 + a_1$
$i_2 - a_2$	$i_2 + a_2$
$i_3 - a_3$	$i_3 + a_3$
etc.	etc.

» Si l'on veut que le prisme analyseur, sous les restrictions d'écart prescrites, forme des images d'intensité identique avec un quelconque des couples ainsi déviés, il faudra tourner sa section principale dans la direction angulaire moyenne, i_1, i_2, i_3,..., propre à ce couple-là (1). Or, ces directions sont toutes différentes entre elles, et le sont considérablement dans l'appareil à deux plaques, à cause de leur grande épaisseur. Donc, la condition d'égale intensité ne pourra pas être remplie, par une même position du prisme, pour toutes à la fois. Ainsi, lorsqu'un des rayons simples entrera en même quantité, dans les deux moitiés d'une même image, soit ordinaire, soit extraordinaire, tous les autres y entreront en quantités inégales. De sorte que, jamais, dans aucune position du prisme, ces moitiés ne pourront devenir totalement identiques entre elles, ni pour la teinte ni pour l'intensité.

» Toutefois, si la couche active interposée a un pouvoir propre très-faible, les déviations i_1, i_2, i_3,..., qu'elle imprime à chacun des rayons simples qui ont traversé les deux plaques de quartz, peuvent être si peu différentes entre elles, que l'effet de leur inégalité devienne insensible pour l'œil, dans les images résultantes formées par une lumière peu vive, quand la section principale du prisme analyseur sera tournée sur quelque direction intermédiaire entre leurs valeurs. Il faudra alors chercher théoriquement quelle est cette direction; puis, quand on la connaîtra, il faudra chercher si, pour une même substance, sa déviation angulaire est proportionnelle à l'épaisseur des couches, comme cela a lieu dans les observations directes sur la lumière simple, et comme cela a lieu aussi avec la lumière blanche pour une certaine

(1) J'exclus toujours les directions rectangulaires aux i_1, i_2, i_3, . . ., qui s'éloigneraient des conditions dont on veut se rapprocher dans la question physique, et qui donneraient lieu à des conséquences pareilles.

(*Note ajoutée à l'impression.*)

teinte spéciale de l'image extraordinaire, lorsque les substances observées dispersent les plans de polarisation sensiblement suivant les mêmes lois que le cristal de roche, ainsi que je l'ai démontré depuis beaucoup d'années. Tant qu'on n'a pas établi ces rapports entre les angles de déviation et les épaisseurs, on peut bien manifester des pouvoirs rotatoires, mais on ne peut pas dire qu'on les mesure. Or, c'est de leur mesure que résulte leur utilité.

» Quoique ce soient là autant de conséquences nécessaires des lois physiques qui règlent les actions rotatoires, j'ai voulu les vérifier par l'expérience sur des systèmes actifs d'énergies progressivement décroissantes, afin d'y rendre d'abord les dissemblances prévues plus distinctement saisissables. J'en ai fait l'épreuve avec un de ces petits systèmes à doubles plaques de quartz, que j'ai acquis de M. Soleil. Pour cela, opérant toujours dans l'obscurité, condition indispensable à toute observation de ce genre que l'on veut rendre précise, j'ai placé d'abord, dans mon appareil, une colonne de sirop de sucre de canne, parfaitement diaphane; puis, j'ai tourné la section principale du prisme biréfringent, jusqu'à ce que l'image extraordinaire présentât cette remarquable teinte bleue violacée, immédiatement ultérieure au bleu foncé, antérieure au rouge, que j'ai appelée la teinte de passage, et qui coïncide avec la déviation du rayon jaune simple. Cette teinte ne peut s'obtenir qu'avec les substances qui dispersent les plans de polarisation sensiblement suivant les mêmes lois que le cristal de roche, ce qui est le cas des solutions de sucre de canne. Elle se trouva réalisée lorsque la section principale du prisme fut déviée vers la droite de 92°,5. Tel était donc le pouvoir de la colonne sur le rayon jaune simple, d'après les lois que j'ai établies. Laissant le prisme dans cette position, j'interposai l'appareil à double plaque, en plaçant le centre de la pupille dans leur plan de jonction. Alors les deux demi-images extraordinaires se montrèrent excessivement discolores, comme on devait s'y attendre, puisque leur identité primitive était modifiée dans l'une par différence, dans l'autre par somme. Le mouvement du prisme les faisait varier par les accidents les plus bizarres, sans qu'aucune position pût les approcher de la ressemblance, encore moins les ramener à l'identité. Les demi-images ordinaires étaient aussi discolores entre elles, mais moins que les extraordinaires, dans les positions initiales du prisme que j'ai d'abord désignées, parce que les conditions rotatoires des deux systèmes y rendaient alors la lumière beaucoup plus abondante et plus mélangée.

» Ces dissemblances se sont encore maintenues très-manifestes, tant que la déviation opérée par la colonne liquide, étant observée à l'œil nu, n'a pas été moindre que 48 degrés, ce qui répond à une épaisseur de 2 millimètres

de cristal de roche perpendiculaire à l'axe. Pour des actions plus faibles, et au degré d'intensité de la lumière sur laquelle j'opérais, l'identité des teintes se restituait sensiblement pour l'œil, dans la même position angulaire du prisme où la teinte de passage se formait directement, les plaques de quartz n'étant pas interposées. C'est-à-dire que, dans ces circonstances, les limites d'exactitude des deux appréciations ne me permettaient plus de constater entre elles des différences certaines. J'ai suivi cette concordance de résultats approximatifs jusqu'à une épaisseur, du même sirop de sucre, égale à $3^{mm},485$, laquelle produisait à l'œil nu une déviation de $2°,18$: cela équivaut à l'effet d'une lame de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, qui aurait pour épaisseur $\frac{907}{10000}$ de millimètre. Ainsi, à ces limites d'affaiblissement de l'action, le système additionnel des deux plaques employées ne faisait que reproduire, par la condition d'égalité des teintes, les mêmes mesures qu'on obtient aussi bien, et avec plus de sûreté, sans son secours, puisqu'on ne dépend de personne. Si l'on voulait évaluer des déviations encore moindres que celles-là, on y parviendrait encore directement, comme je l'ai souvent fait, en les combinant par somme ou par différence avec une colonne liquide de rotation connue ; et j'ai rapporté plus haut, en note, une expérience de ce genre, où la déviation évaluée a été seulement $0°,625$, telle que la produirait une lame de cristal de roche perpendiculaire à l'axe ayant $\frac{26}{1000}$ de millimètre d'épaisseur. Mais ce sont là des essais de pure curiosité : car, pour des recherches réelles de chimie optique, on n'a jamais besoin de descendre à des déviations si faibles, pas plus que d'en employer qui dépassent, ou seulement atteignent, une demi-circonférence. Les degrés intermédiaires entre ces extrêmes sont bien plus sûrs et bien plus faciles à évaluer. Il ne faut pas se persuader non plus que l'on apportera le moindre perfectionnement à cette étude, par un luxe de subdivisions et de verniers subtils, ajustés à des appareils qui opèrent la polarisation d'une manière incomplète et même grossière, comme est celui de Noremberg, qu'on y applique trop souvent, en l'écartant du simple but d'exhibition auquel il avait été très-bien approprié par son auteur. Avant de prétendre à ces raffinements mécaniques, il faut songer à perfectionner les éléments physiques de l'observation, en se procurant un faisceau plus abondant en lumière, et des moyens de polarisation plus rigoureux, qui permettent d'opérer sur des rayons simples d'une réfrangibilité strictement définie. C'est là que doivent tendre nos efforts, et c'est ce que réalisera sans doute, tôt ou tard, l'excellent physicien dont je ne fais ici qu'exprimer les vues. Jusque-là, employons nos appareils pour en tirer des résultats d'une approximation bien assurée, dans les limites de précision qu'ils peuvent atteindre, mais gardons-nous d'al-

térer leur simplicité et leur sûreté, par des complications d'auxiliaires qui pourraient diminuer, ou fausser, la certitude actuelle de leurs indications plutôt que l'accroître. On me pardonnera de former ce vœu. L'étude des déviations est encore aujourd'hui très-nouvelle; les auteurs des Traités élémentaires de physique ont pu à peine indiquer son existence, parce que son exposition exigerait des détails trop minutieux pour pouvoir être offerts utilement à la généralité de leurs lecteurs. On a seulement commencé à présenter ces phénomènes, avec autant d'habileté que d'exactitude, dans quelques-uns des cours de nos grands établissements scientifiques. C'est là qu'on peut les voir avec fruit, en s'aidant des Mémoires spéciaux, où l'on a établi leurs lois et leurs applications; mais il y aurait beaucoup moins d'inconvénient à les ignorer qu'à s'en former des idées fausses.

» Si l'on considère le système des doubles plaques de M. Soleil, non pas comme une pièce utile à introduire dans nos instruments de recherche, mais pour ses effets optiques propres, il peut, avec l'excellente construction que cet artiste lui donne, fournir des sujets d'études théoriques très-curieux. On peut se demander d'abord à quelle réfrangibilité appartient la déviation que l'on observe quand l'identité des teintes y est sensiblement rétablie, en combinaison avec des actions rotatoires très-faibles, qui suivent les mêmes lois de dispersion que le quartz? puis, si, pour un même système de plaques, combiné avec des couches actives très-minces et d'une même nature, ces déviations sont proportionnelles aux épaisseurs des couches? puis, si le coefficient de ce rapport change avec l'épaisseur des plaques, et comment il change? enfin, si le choix d'épaisseur auquel l'artiste a été conduit par la pratique est indifférent ou spécial pour ce but? Toutes ces questions peuvent se résoudre directement, par les méthodes de calcul que j'ai exposées dans un Mémoire sur la polarisation circulaire, inséré au tome XIII de la Collection de l'Académie; et il n'est pas inutile de les traiter ainsi pour constater l'exactitude de ces méthodes, par cette nouvelle épreuve, comme je l'avais fait déjà dans un Mémoire antérieur sur un grand nombre de plaques de quartz perpendiculaires à l'axe, dont j'avais analysé ainsi les actions rotatoires comparativement avec l'observation. J'ai déjà effectué cette application pour moi; mais je n'ai pas eu le temps d'en rédiger les détails, de manière à les présenter aujourd'hui; et, ayant à terminer un autre travail, que je ne puis interrompre, je dois en remettre l'exposition à quelques semaines. On y verra un nouvel exemple de l'incroyable fidélité de la règle expérimentale donnée par Newton, pour calculer les teintes composées, résultantes de la mixtion d'un nombre quelconque, assigné, de rayons simples. »

MÉCANIQUE. — *Notes relatives à la mécanique rationnelle; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« L'examen des titres des candidats à la place de correspondant, vacante dans la Section de Mécanique, a reporté mon attention sur divers problèmes qui sont relatifs à la mécanique rationnelle. Quelques-uns des résultats auxquels mes réflexions m'ont conduit deviendront l'objet de plusieurs articles qui seront publiés prochainement dans mes *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*. Je me borne aujourd'hui à extraire de mon travail quelques recherches qui seront développées dans ces articles, et qui m'ont paru propres à intéresser l'Académie.

Note sur les équations générales d'équilibre d'un système de points matériels assujettis à des liaisons quelconques.

» Les liaisons qui existent entre des points matériels sont toujours des liaisons physiques, et par conséquent dues à des actions moléculaires. Il y a plus : ces liaisons sont généralement produites par les actions mutuelles d'un très-grand nombre de molécules. Ainsi, par exemple, un axe fixe de suspension n'est autre chose qu'un système de points matériels situés à très-peu près sur une même droite, et retenus par une force de cohésion assez intense pour que les autres forces dont on tient compte dans le calcul n'aient pas le pouvoir de faire varier sensiblement la distance de deux quelconques de ces points. Mais, dans une première approximation, l'on peut ordinairement substituer à une liaison physique une liaison mathématique, représentée par une certaine équation de condition. On peut d'ailleurs arriver par deux routes différentes aux équations d'équilibre de plusieurs forces dont les points d'application sont supposés assujettis à des liaisons mathématiques. Le plus souvent on déduit ces équations du principe des vitesses virtuelles; mais on peut aussi les établir directement à l'aide de diverses méthodes. Le premier des Mémoires dans lequel les équations d'équilibre se trouvent établies directement est celui que M. Poinsot a publié dans le XIIIe cahier du *Journal de l'École Polytechnique*. L'auteur a commencé par examiner le cas où les liaisons qui existent entre plusieurs points mobiles sont représentées par des équations de condition qui renferment seulement les distances mutuelles de ces points; puis il a montré comment on pouvait passer du cas dont il s'agit au cas général où les liaisons sont représentées par des équations de condition quelconques entre les coordonnées des points mobiles; et il a ainsi retrouvé, comme on devait s'y attendre, les formules que La-

grange avait tirées du principe des vitesses virtuelles dans la *Mécanique analytique*. J'ai, dans les *Exercices de Mathématiques*, abordé immédiatement le cas général dont je viens de parler. Mais la méthode que j'ai suivie peut encore être simplifiée. Je demanderai à l'Académie la permission d'entrer à ce sujet dans quelques détails.

» Lorsque plusieurs points assujettis à des liaisons mathématiques sont en équilibre sous l'action de certaines forces, chaque liaison peut être remplacée par les résistances qu'elle oppose aux mouvements des divers points matériels. Donc, pour obtenir les équations d'équilibre, il suffit d'écrire que la force appliquée à chaque point mobile fait équilibre aux résistances que les diverses liaisons opposent au mouvement de ce point, ou, en d'autres termes, que cette force est la résultante de forces égales et contraires à ces résistances. D'ailleurs, des forces égales et contraires aux résistances qu'une seule liaison oppose aux mouvements de divers points mobiles, sont précisément des forces capables de maintenir en équilibre les points assujettis à cette liaison. Donc la question peut toujours être réduite à la recherche des équations d'équilibre de points mobiles assujettis à une liaison unique. Enfin, il est facile de s'assurer que, dans ce cas, l'équilibre peut toujours avoir lieu sous l'action de forces convenablement dirigées, et dont l'une, arbitrairement choisie, peut offrir telle intensité que l'on voudra. Reste à savoir comment on peut déterminer, non-seulement la droite suivant laquelle doit agir la force appliquée à chaque point, mais aussi le rapport entre deux forces appliquées à deux points distincts. Or cette détermination peut s'effectuer très-simplement à l'aide des considérations suivantes.

» Supposons que l'équilibre subsiste entre des forces appliquées à des points mobiles, ces points étant assujettis à une liaison unique. L'équilibre continuera évidemment de subsister, si l'on donne plus de fixité au système; par exemple, si plusieurs des points mobiles deviennent fixes, ou si l'on joint une seconde liaison à la première. Cela posé, soient A, A′ deux des points mobiles, pris au hasard, et supposons que l'on recherche les conditions auxquelles doivent satisfaire, dans le cas d'équilibre, les forces P, P′, appliquées à ces deux points. Pour y parvenir, il suffira de fixer tous les points mobiles, à l'exception de A et de A′, puis d'assujettir les points A et A′ à une liaison nouvelle qui permette de trouver facilement les conditions cherchées. Or, la plus simple de toutes les liaisons, celle qui consiste à lier les deux points entre eux par une droite invariable, jouit précisément de cette propriété. En effet, supposons deux points A, A′ seuls mobiles, et assujettis à deux liaisons dont l'une soit celle qu'établit

entre eux une droite invariable dont ils forment les extrémités. Les six coordonnées des deux points, assujetties seulement à vérifier les deux équations qui représentent les deux liaisons dont il s'agit, pourront varier encore d'une infinité de manières; et, par suite, les mouvements virtuels des deux points, c'est-à-dire les mouvements compatibles avec les liaisons données seront en nombre infini. On peut même remarquer que la courbe décrite par le point A dans un mouvement virtuel sera complétement arbitraire. Car, en fixant à volonté la nature de cette courbe, on établira seulement deux équations nouvelles qui renfermeront les coordonnées du point A; et si l'on en profite pour éliminer des deux premières équations ces trois coordonnées, on obtiendra une seule équation entre les coordonnées du point A'. Donc, en obligeant le point A à se mouvoir sur une certaine courbe, arbitrairement choisie, on obligera seulement le point A' à se mouvoir sur une certaine surface courbe; et alors au mouvement virtuel du point A pourra être censé correspondre, pour le point A', un mouvement virtuel en vertu duquel ce dernier point décrirait une courbe tracée à volonté sur la surface courbe dont il s'agit. Donc, en définitive, les mouvements virtuels des deux points A et A' assujettis à une liaison quelconque, et joints d'ailleurs l'un à l'autre par une droite invariable AA', sont des mouvements exécutés suivant deux courbes dont l'une est entièrement arbitraire.

» Cela posé, il deviendra très-facile de trouver les conditions d'équilibre de deux forces P, P', appliquées aux deux points A, A'. En effet, considérons un mouvement virtuel quelconque du système de ces deux points, comme un mouvement qu'on les oblige à prendre, en fixant les deux courbes sur lesquelles il leur est permis de se déplacer. Cette fixation ne troublera pas l'équilibre. Il devra donc y avoir équilibre entre les forces P, P', lorsque leurs points d'application A, A', liés entre eux par une droite invariable, seront de plus assujettis à se mouvoir sur deux courbes fixes. Mais alors chacune des forces P, P' devra faire séparément équilibre aux deux résistances opposées au mouvement de son point d'application par la courbe fixe et par la droite invariable. Les conditions de cet équilibre, exprimées analytiquement, détermineront à la fois et le rapport des deux forces P, P', et la direction de chacune d'elles.

» Au reste, lorsque plusieurs points A, A', A'',... sont en équilibre, sous l'action de certaines forces P, P', P'',...; alors, pour déterminer séparément la direction de la force appliquée à l'un d'entre eux, par exemple de la force P appliquée au point A, il suffit de laisser le point A seul mobile en fixant

tous les autres. Alors, en effet, l'équation qui exprimait la liaison devient l'équation d'une surface que le point A est assujetti à décrire; et, comme, en fixant divers points, on ne peut troubler l'équilibre, on peut affirmer que la direction de la force P doit être perpendiculaire à la surface dont il s'agit. D'ailleurs, les directions des forces P, P',... étant une fois déterminées, il ne reste plus qu'à trouver le rapport de deux quelconques d'entre elles. On y parviendra, pour deux forces données P, P', appliquées aux points A et A', en joignant ces deux points, comme on vient de le dire, par une droite invariable, et en fixant, d'ailleurs, tous les autres points donnés.

» Dans les *Exercices de Mathématiques*, je ne m'étais pas borné à lier les deux points A, A' par une droite invariable; j'avais de plus fixé le milieu de cette droite : mais, comme on le voit, cette fixation, qui réduisait à deux courbes sphériques celles que les deux points étaient obligés de décrire dans un mouvement virtuel, n'est nullement nécessaire. Il y a plus : pour trouver le rapport de deux forces P, P', dont les points d'application A, A' sont assujettis à une liaison unique, il n'est pas absolument nécessaire de lier les points A, A' par une droite invariable. Il suffirait d'assujettir les deux points à ne pas s'écarter : 1° de deux courbes fixes, savoir de deux courbes correspondantes que ces points puissent décrire, en vertu de la liaison donnée, dans un mouvement virtuel quelconque; 2° d'une droite rigide et mobile sur laquelle ils pourraient glisser, cette droite étant choisie de manière à rendre obligatoire, pour les deux points, le mouvement virtuel dont il s'agit. Or, pour satisfaire à cette dernière condition, il suffit évidemment d'assujettir la droite mobile AA' à s'appuyer non-seulement sur les deux courbes fixes, mais en outre sur une troisième courbe ou directrice que l'on rendrait fixe elle-même, et qui pourrait, par exemple, renfermer constamment le milieu de la distance AA'; ou bien encore sur une surface cylindrique constamment touchée par la droite mobile. On pourrait aussi recourir à une idée dont M. Ampère s'est servi dans la démonstration qu'il a donnée du principe des vitesses virtuelles, et considérer la droite mobile comme la base d'un triangle dont le sommet, compris entre deux côtés d'une longueur invariable, serait assujetti à décrire une courbe fixe donnée. Au reste, quoiqu'on puisse assez facilement calculer le rapport des forces P, P', en supposant leurs points d'application situés sur une droite mobile et rigide, mais de longueur variable, le calcul est plus simple encore quand on se borne à lier l'un à l'autre par une droite invariable, comme nous l'avions fait d'abord.

» Il pourrait arriver que les deux points A, A', assujettis à une seule liaison, ne pussent être joints l'un à l'autre par une droite invariable, sans devenir

complétement immobiles. C'est ce qui aurait lieu, en effet, si les positions particulières des deux points étaient telles que leur distance mutuelle fût un *minimum*. Il semble que, dans ce cas, le rapport des deux forces P, P′ ne pourrait plus être fourni par la première des méthodes que nous venons d'indiquer. Toutefois, pour tirer parti de cette méthode même, il suffirait de placer les points A, A′, non plus dans les positions correspondantes au *minimum* de leur distance mutuelle, mais dans d'autres positions très-voisines, que l'on pourrait rapprocher indéfiniment des premières; ou bien encore d'altérer très-peu la liaison donnée et l'équation qui la représente, en ajoutant au premier membre de cette équation un terme que l'on pourrait rapprocher indéfiniment de zéro. Ce dernier artifice est précisément celui qu'a employé M. Poinsot pour déduire des conditions d'équilibre du levier coudé les conditions d'équilibre du levier droit.

» Il est bon d'observer que plusieurs des considérations à l'aide desquelles nous avons déterminé le rapport de deux forces, dont les points d'application se trouvent assujettis à une liaison unique, peuvent servir à démontrer immédiatement le principe des vitesses virtuelles pour divers points assujettis à diverses liaisons.

» Observons enfin que, dans le cas où l'on recherche les équations d'équilibre, pour un système de points matériels assujettis, non plus à des liaisons mathématiques, mais à des liaisons physiques on peut toujours remplacer ces liaisons par les résistances qu'elles opposent aux mouvements des divers points du système. Seulement, ces résistances se réduisent alors aux pressions exercées sur le système par les points matériels que l'on considère comme étrangers à ce système, et comme servant à former les diverses liaisons auxquelles il se trouve assujetti.

Note relative à la pression totale supportée par une surface finie dans un corps solide ou fluide.

» Dans un article que renferme le tome II de mes *Exercices*, j'ai observé que la pression exercée en un point donné d'un corps solide contre un élément de surface passant par ce point, devait être généralement non pas normale, mais oblique; et j'ai prouvé que cette pression, variable non-seulement en direction, mais aussi en grandeur, avec le plan de l'élément, pouvait aisément se déduire de trois pressions principales respectivement normales à trois plans perpendiculaires entre eux. J'ai fait voir aussi que la pression exercée contre un plan quelconque en un point donné, pouvait être facilement calculée quand on connaissait les pressions exercées contre trois

plans rectangulaires menés à volonté par le même point. Enfin j'ai donné plus tard, dans le tome III, les formules générales et très-simples qui servent à exprimer les valeurs de ces pressions dans un système de molécules, non pas comme l'avait fait M. Poisson, en adoptant une hypothèse particulière qui reproduisait, avec des pressions toujours normales et les mêmes en tous sens, les équations de mouvement données par M. Navier, mais en supposant que les molécules étaient distribuées d'une manière quelconque, et inégalement dans les divers sens, autour de chaque point. En établissant ces formules, j'avais admis, avec Poisson, que la pression exercée contre un élément de surface plane dans le système, peut être considérée comme due, à très-peu près, à l'action des molécules comprises dans un cylindre droit qui a pour base l'élément dont il s'agit. Mais il est plus exact de dire, avec M. de Saint-Venant, que, dans un système moléculaire, la pression exercée contre un élément de surface est la résultante des forces dont les directions traversent cet élément, et dont les centres sont situés d'un même côté par rapport au plan de l'élément. A la vérité, cette dernière définition, plus rigoureuse que la première, semble encore, ainsi que l'autre, laisser subsister un doute au premier abord. On est tenté de se demander si les forces diverses que l'on compose entre elles pour obtenir la pression, et que l'on peut regarder comme appliquées aux points où elles rencontrent la surface de l'élément supposé rigide, ont effectivement une résultante unique. En toute rigueur, on devrait les remplacer généralement par une force et par un couple; mais, comme l'a encore observé M. de Saint-Venant, on peut faire abstraction du couple, quand l'élément de surface est très-petit. On peut même s'assurer que, dans les cas où chaque dimension de l'élément est considérée comme une quantité infiniment petite du premier ordre, la force résultante, sensiblement proportionnelle à l'élément, est, comme celui-ci, une quantité du second ordre, et le moment du couple une quantité du quatrième ordre seulement. C'est ce que l'on reconnaît sans peine, en observant que, d'une part, l'intensité des forces du couple dépend des variations très-petites qu'éprouvent les actions moléculaires dans une étendue comparable aux dimensions de l'élément, et que, d'autre part, les points d'application des forces du couple sont séparés l'un de l'autre par une distance inférieure à la plus grande de ces dimensions. Il en résulte que le couple disparaît toujours dans la valeur générale de ce qu'on doit appeler la pression supportée par une surface en un point donné. D'ailleurs, cette valeur générale est précisément celle que j'avais obtenue dans le tome III de mes *Exercices de Mathématiques*.

» Lorsque, dans un corps solide, on cherche la pression exercée non plus contre une surface ou un élément de surface en un point donné, mais contre une surface plane ou courbe d'une étendue finie, le couple reparaît, sans qu'on puisse le négliger, du moins en général, et il donne précisément la mesure de ce qu'on nomme des *forces d'élasticité, de torsion,* etc. On peut même faire, à ce sujet, une remarque qui n'est pas sans importance. Dans plusieurs formules que renferme la *Mécanique analytique,* Lagrange introduit ce qu'il appelle le *moment d'une force d'élasticité,* et, pour trouver ce moment, il multiplie la force par la différentielle de l'angle qu'elle tend à diminuer. Il est clair que, pour obtenir le véritable sens des formules de Lagrange, on ne doit pas attribuer ici aux expressions qu'il a employées leur signification ordinaire. Une force unique appliquée à un point unique, savoir, au sommet d'un angle, ne peut en aucune manière tendre à faire varier cet angle. Mais on peut produire cet effet, soit en fixant un des côtés de cet angle, et appliquant à l'autre côté un couple de forces dont le plan soit celui de l'angle, soit en appliquant dans ce même plan deux couples différents aux deux côtés. Cela posé, les formules de Lagrange admettent une interprétation très-précise, et qu'il paraît utile de signaler. Cette interprétation, que j'ai vainement cherchée dans la *Mécanique analytique,* se déduit immédiatement du théorème que je vais énoncer :

» *Si l'on applique aux deux extrémités d'une droite rigide deux forces composant un couple, la somme des moments virtuels de ces deux forces sera, au signe près, le produit qu'on obtient quand on multiplie le moment du couple par la vitesse virtuelle de la droite mobile, cette vitesse étant mesurée dans le plan du couple.*

» En conséquence, dans la *Mécanique analytique* de Lagrange, par ces mots *force d'élasticité tendant à diminuer un angle,* on doit toujours entendre le moment d'un couple appliqué à l'un des côtés de cet angle, c'est-à-dire la surface du parallélogramme construit sur les deux forces du couple.

» Pour arriver à l'équation de la courbe élastique, Lagrange a examiné en particulier le cas où l'angle que la force d'élasticité tend à diminuer devient infiniment petit. M. Binet a donné une interprétation de la formule de Lagrange relative à ce cas, dans un Mémoire [tome X du *Journal de l'École Polytechnique*] où il a considéré la force d'élasticité comme représentant la tension d'un fil rectiligne dont les extrémités sont fixées sur les deux côtés de l'angle à des distances égales et finies du sommet. »

M. **Poncelet** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son Rapport

et Mémoire sur l'*écluse à flotteur* de M. Girard. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

« M. **Dufrénoy** offre à l'Académie le second volume de son *Traité de Minéralogie*, ainsi que la partie de l'atlas qui y correspond.

» Ce volume comprend la classification des minéraux, des tableaux relatifs à leurs principaux caractères; enfin, la description des espèces minérales qui constituent les quatre premières classes, savoir :

» 1°. Les corps simples formant un des principes essentiels des minéraux composés;

» 2°. Les alcalis;

» 3°. Les terres alcalines et terres;

» 4°. Les métaux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un correspondant pour la place vacante, dans la Section de Mécanique, par suite du décès de M. *Fossombroni.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 49,

M. Séguin obtient.	36 suffrages.
M. Eytelwein.....	12
M. Venturoli......	1

M. **Séguin** aîné, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur le rayonnement de la chaleur; par* MM. **F. de la Provostaye** *et* **Paul Desains.** (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans une précédente communication nous avons eu l'honneur d'entretenir l'Académie d'un certain nombre de résultats obtenus dans une longue série de recherches sur le rayonnement de la chaleur. Depuis cette époque, tout en les confirmant par de nouvelles et nombreuses expériences, nous avons spécialement porté notre attention sur les modifications que peut ap-

porter à la loi du refroidissement d'un corps un changement dans la grandeur de l'enceinte au milieu de laquelle il est placé.

» Des observations faites dans un ballon noirci de 24 centimètres de diamètre nous avaient montré qu'un thermomètre vitré s'y refroidit sous toute pression supérieure à 6 ou 7 millimètres suivant les lois que MM. Dulong et Petit ont trouvées en opérant dans un ballon de 30 centimètres (1). Il était fort à présumer dès lors qu'en augmentant encore les dimensions de ce dernier, on arriverait toujours aux mêmes résultats. Nous avons donc été conduits à prendre des enceintes de capacités décroissantes, savoir, 1° le ballon déjà cité; 2° un ballon de 15 centimètres de diamètre, et 3° une enceinte cylindrique de 6 centimètres de diamètre et de 20 centimètres de hauteur. La capacité de la première égalait environ quatre fois celle de la seconde et douze fois celle de la troisième.

» Il fallait chercher d'abord si le refroidissement d'un même thermomètre serait le même dans ces différentes enceintes. Or, voici ce que montre un simple coup d'œil jeté sur les expériences. Pour des pressions supérieures à 20 millimètres environ, les résultats obtenus dans le grand et dans le moyen ballon diffèrent peu, quel que soit l'état de la surface du thermomètre : cependant les vitesses observées dans le moyen ballon sont un peu plus faibles; elles y sont, au contraire, beaucoup plus grandes pour des pressions inférieures. Ce dernier point étant le plus important, nous allons l'établir par quelques chiffres. Pour descendre de 85°,2, notre thermomètre doré sous la pression $9^{\text{mill.}},9$, mettait,

Dans la plus grande des deux enceintes... 49′ 34″,
Dans l'autre........................ 43′ 36″.

Sous la pression $6^{\text{mm}},2$, il lui fallait, pour descendre de 70°,65,

Dans le premier cas........ 40′ 10″,
Dans le second cas......... 33′56″.

Dans le cylindre, le refroidissement est plus lent depuis la pression $0^{\text{m}},760$ jusqu'à la pression $0^{\text{m}},045$ environ. Pour des pressions plus faibles, il est considérablement plus rapide. Sous la pression $0^{\text{m}},215$, notre thermo-

---

(1) Nos résultats diffèrent sans doute des leurs, dans le cas où la surface du thermomètre est argentée; mais ces différences paraissent tenir uniquement à un changement qu'éprouve le pouvoir émissif des métaux quand la température s'élève. Dans tous les cas, elles sont parfaitement indépendantes des dimensions de l'enceinte.

mètre vitré mettait, à se refroidir de 90°,25,

Dans le grand ballon....... 18′34″,
Dans le cylindre........... 20′49″.

Au contraire, sous la pression 6 millimètres ce thermomètre, pour se refroidir de 96 degrés, mettait

Dans le grand ballon....... 29′48″,
Dans le cylindre.......... 26′22″.

Les rôles sont donc intervertis.

» La différence se développe beaucoup quand on emploie le thermomètre argenté. Nous nous bornerons à citer les expériences faites sous la pression 6 millimètres.

» Le temps du refroidissement pour 67°,8 est,

Dans le grand ballon. . . . . 39′28″,
Dans le cylindre. . . . . 24′47″.

» On peut donc, sous ces basses pressions, doubler ou presque doubler la vitesse du refroidissement d'un thermomètre argenté par un changement de capacité de l'enceinte qui n'atteint pas, à beaucoup près, la limite à laquelle on pourrait arriver.

» Un autre fait nous a beaucoup frappés; nous savions, par nos observations antérieures, qu'en général une légère variation dans la pression suffisait pour changer beaucoup les temps du refroidissement dans une enceinte de capacité considérable; que l'effet de l'air s'y trouvait doublé lorsqu'on portait la pression de 15 à 70 millimètres. Ainsi, pour baisser 44°,2, notre thermomètre, dans le ballon de 24 centimètres de diamètre, employait sous la pression 69 millimètres, 13′33″, et sous la pression 15 millimètres, 20′55″.

» Or, nous n'avons pas été longtemps sans nous apercevoir que dans le cylindre les temps de refroidissement de ce thermomètre demeuraient rigoureusement les mêmes sous ces deux pressions et sous les pressions intermédiaires. Pour mettre cette égalité hors de doute, nous avons eu recours au procédé suivant: Nous observions d'abord le refroidissement complet du thermomètre sous la pression $0^m,070$, puis nous recommencions l'expérience sous cette même pression. Lorsqu'un accord soutenu pendant 10 ou 20 minutes nous avait démontré que la surface rayonnante n'avait éprouvé aucune altération, nous amenions, sans déplacer le thermomètre, la force élastique du gaz intérieur à n'être plus que 15 millimètres. La marche du

refroidissement ne se trouvait en rien altérée par ce changement. Elle restait identique à ce qu'elle avait été dans la première expérience.

» Ces observations nous ont conduits à rechercher si un fait du même genre ne se présentait pas dans les enceintes plus grandes, et nous avons constaté alors, dans le ballon de 24 centimètres de diamètre, l'identité des temps du refroidissement sous les pressions 6 millimètres et $2^{\text{mill.}},8$. Nous avons également reconnu que dans le ballon de 15 centimètres de diamètre, les temps de refroidissement demeurent à très-peu près les mêmes entre 20 et 4 millimètres environ. Ainsi, à partir d'une pression dont la valeur varie avec les dimensions relatives de l'enceinte et du thermomètre, on peut, sans rien changer à la vitesse du refroidissement, laisser rentrer ou enlever de l'air en quantité d'autant plus considérable, que la grandeur de l'enceinte est moindre. Il est donc évident que dans toute opération faite sous une des pressions comprises dans cet intervalle, en quelque sorte indifférent, on est complétement à l'abri des erreurs de lecture et même des variations de pression pendant l'expérience.

» Cette remarque peut n'être pas sans importance.

» . . . . . Au-dessous de la pression 6 millimètres, la vitesse de refroidissement dans le cylindre diminue avec une excessive rapidité; néanmoins à $2^{\text{m}},8$ elle surpasse encore beaucoup celle que l'on observe dans le grand ballon sous la même pression. Cette différence dépend-elle uniquement des graves modifications que subit dans les petites enceintes l'action refroidissante de l'air, ou bien le rayonnement lui-même est-il aussi altéré? Pour résoudre cette question, il faudrait pouvoir, dans les vitesses totales, retrouver les deux effets différents dont elles sont les sommes. Or, si le problème n'est pas sans difficulté quand la marche du phénomène sous différentes pressions est parfaitement régulière, on conçoit qu'il doit devenir presque insoluble lorsqu'elle présente une anomalie aussi considérable que celle dont nous avons signalé l'existence. Néanmoins d'une discussion attentive de nos résultats, nous croyons pouvoir conclure qu'une diminution même considérable dans la grandeur des enceintes n'altère pas d'une manière sensible le refroidissement par simple rayonnement, et de plus que l'action refroidissante de l'air varie dans toute expérience proportionnellement à une certaine puissance de l'excès de température du thermomètre et de la force élastique du gaz; mais que dans les enceintes de petites dimensions les exposants de la pression et de la température varient avec la pression, tandis que, lorsque ces dimensions deviennent très-considérables par rapport à celles du thermomètre, les deux exposants tendent vers des limites fixes 0,45 et 2,33.

» *Réchauffement.* — Nous ne connaissons sur le réchauffement qu'une seule expérience qui est due à Rumford. Ce physicien, après avoir observé les refroidissements dans l'air de deux petits vases en laiton, l'un brillant, l'autre partiellement couvert d'une toile fine, les porta l'un et l'autre dans un appartement dont la température était 17 degrés centigrades. Il observa le réchauffement depuis + 6 jusqu'à + 12 degrés. M. Biot (*Physique*, tome IV, page 624) a calculé les deux expériences et montré que le réchauffement comme le refroidissement se laisse, dans une petite étendue, représenter par la loi de Newton. Pour des températures également éloignées de la température de l'enceinte, le réchauffement lui parut plus lent que le refroidissement; mais les expériences ayant été exécutées dans des appartements différents, il lui fut impossible d'en tirer aucune conséquence. On ne pouvait évidemment espérer d'arriver à une solution qu'en embrassant une plus grande étendue de l'échelle thermométrique, et en opérant sous des pressions différentes et dans des circonstances extérieures plus identiques.

» Nous nous sommes efforcés, dans nos expériences, de remplir toutes ces conditions; et, en observant le réchauffement d'un thermomètre vitré ou métallique dans une enceinte noircie de 15 centimètres de diamètre, entretenue par de la vapeur d'eau bouillante à une température constante, nous avons reconnu :

» 1°. Que le pouvoir réchauffant de l'air varie avec la pression et la différence de température du thermomètre et de l'enceinte à très-peu près, suivant la même loi que le pouvoir refroidissant. Sa valeur dans l'enceinte où nous l'avons observée est toujours donnée par l'expression $np^c t^{1,233}$.

» 2°. Que la loi suivant laquelle se font par voie de rayonnement les échanges de chaleur entre le thermomètre et l'enceinte, peut encore se représenter par la formule

$$V = ma^\theta (a^t - 1),$$

pourvu qu'on donne à l'excès t le signe convenable, c'est-à-dire pourvu qu'on le prenne négativement. En sorte que si l'on représente par t' la valeur absolue de la différence entre la température de l'enceinte et celle du thermomètre, on aura la vitesse de réchauffement dans le vide

$$\dot{V} = ma \left(\frac{a^{t'} - 1}{a^{t'}}\right).$$

En un mot, et avec la même attention à la variation possible du coefficient m, on peut dire que la loi générale du réchauffement et du refroidis-

sement dans le vide est comprise dans la formule

$$V = ma^{T} - ma^{T'}.$$

Pour le refroidissement, T représente la température du thermomètre, T' celle de l'enceinte. Pour le réchauffement, c'est l'inverse.

» Une conséquence importante des lois que nous venons d'énoncer et des valeurs numériques que l'expérience assigne aux coefficients qui entrent dans la formule par laquelle elles se représentent, c'est que dans le vide ou dans l'air plus ou moins raréfié à même distance au-dessus ou au-dessous de la température de l'enceinte dans laquelle il est placé, un corps se refroidit ou se réchauffe avec des vitesses très-différentes. La vitesse de réchauffement est moindre que la vitesse de refroidissement.

» La différence est d'autant plus grande que la température du thermomètre s'écarte plus de celle de l'enceinte, et, comme on en pourra juger à l'inspection des tableaux suivants, nous l'avons vue s'élever déjà à un cinquième dans des expériences où l'écart ne surpassait pas 35 degrés en plus ou en moins.

THERMOMÈTRE VITRÉ.

Refroidissement dans une enceinte à 100 degrés. Excès de température du thermomètre, 35°,35.			Réchauffement dans une enceinte à 100 degrés. Excès négatif de température du thermomètre, 35°,35.		
	mètre.	vitesse.		mètre.	vitesse.
Pression..	0,003	0,0493	Pression...	0,003	0,0389
Pression..	0,154	0,0564	Pression...	0,154	0,0450
Pression..	0,765	0,0666	Pression...	0,765	0,0548

» Enfin, une autre conséquence sur laquelle nous croyons devoir insister en terminant ce résumé de nos recherches sur le réchauffement, c'est qu'un thermomètre, placé à zéro dans une enceinte vide à 100 degrés, met à se réchauffer un temps très-différent de celui qu'il mettrait à se refroidir du même nombre de degrés, si on le plaçait à 100 degrés dans l'enceinte à 0 degré. Il est vrai qu'à l'origine, et dans le cas où le coefficient m conserverait pour le réchauffement la même valeur que pour le refroidissement, les fractions de degré perdues ou gagnées pendant un temps infiniment court seraient les mêmes, puisque la formule $V = ma^{T} - ma^{T'}$ reste la même, au signe

près, quand on échange T en T′; mais l'égalité n'aurait lieu que pendant ce seul instant.

» *Discussion.* — Une partie des résultats consignés dans le Mémoire dont nous venons de donner un extrait, ont été obtenus par la seule comparaison des temps de refroidissement, et dès lors ils sont indépendants de toute méthode de calcul et de toute théorie. D'autres reposent, au contraire, sur des déterminations de vitesses, et leur certitude semble dépendre du degré de précision que comporte le calcul de ces dernières. On conçoit, dès lors, quelle scrupuleuse attention nous avons dû apporter à discuter toutes les corrections que doivent subir les données immédiates de l'observation. Lorsqu'un thermomètre se refroidit, le mercure qui, à chaque instant, rentre de la tige dans le réservoir, abaisse par voie de mélange la température de celui qui y est contenu, et l'on doit, pour tenir compte de cet abaissement, diminuer un peu les vitesses apparentes. A cette correction il en faudrait joindre deux autres que l'on avait jusqu'ici négligées, quoique, prises isolément, leurs influences puissent être fort notables.

» Elles tiennent à ce que la masse du mercure qui participe au refroidissement va en augmentant à mesure que la température baisse, tandis que sa capacité pour la chaleur diminue.

» Or, le but que l'on se propose est naturellement de comparer les vitesses de refroidissement d'un seul et même corps, et non pas celles de corps différents de masse et de capacités calorifiques. Il est évident que la première des deux variations sur lesquelles nous appelons ici l'attention, tend à rendre trop grandes les vitesses observées pour les hauts excès de température; la seconde, au contraire, les fait trouver trop faibles. Ne tenir compte ni de l'un ni de l'autre, c'est admettre qu'il s'établit entre leurs effets une sorte de compensation.

» L'hypothèse n'est pas rigoureuse, nous l'avons pourtant conservée dans la plupart de nos calculs, pour rendre le plus possible nos résultats comparables à ceux de MM. Dulong et Petit; mais, pour nous assurer que ces résultats sont indépendants des objections qu'on peut lui faire, nous avons successivement calculé toutes nos expériences, soit en exagérant simultanément ou isolément l'influence de toutes ces corrections, soit enfin en les négligeant complétement; et quoique ces différences dans les méthodes de calcul entraînent, comme il est facile de le concevoir, de légères modifications dans la valeur numérique des constantes de la formule qui représente l'ensemble des vitesses observées, les conséquences physiques auxquelles on se trouve conduit restent toujours les mêmes. Nous les rappellerons toutes ici.

» Nous nous étions proposé :

» 1°. De vérifier la formule générale que MM. Dulong et Petit ont donnée comme représentant le refroidissement d'un corps de conductibilité parfaite dans une enceinte de pouvoir émissif absolue, vide ou renfermant un gaz sous une pression quelconque ;

» 2°. De chercher comment cette formule doit être modifiée quand on fait varier les dimensions de l'enceinte ou l'état de sa surface ;

» 3°. D'étudier expérimentalement le réchauffement dans le vide ou dans l'air.

» On voit maintenant à quelles conclusions nous avons été amenés sur chacun de ces points.

» Comme nous l'avons déjà dit, la loi de MM. Dulong et Petit représente très-bien le refroidissement d'un thermomètre vitré ou noirci, dans une enceinte noircie de grandes dimensions.

» Lorsque la surface du thermomètre devient métallique, le coefficient m, qui en mesure le pouvoir rayonnant, varie avec la température, augmente quand elle baisse. De plus, la grandeur absolue de l'action refroidissante de l'air paraît légèrement accrue.

» Lorsqu'on diminue notablement les dimensions de l'enceinte, la loi du refroidissement se complique et change. Le changement, d'abord sensible sous les faibles pressions, s'étend peu à peu à toutes celles que l'on considère ; et l'une des manifestations les plus curieuses de cette altération de la loi, consiste en une sorte d'indépendance qui s'établit entre le pouvoir refroidissant de l'air et la pression, au moins dans certaines limites qui varient avec les dimensions relatives de l'enceinte et du thermomètre. Du reste, sous chaque pression, le pouvoir refroidissant de l'air paraît toujours varier proportionnellement à une certaine puissance de l'excès de la température du thermomètre sur celle de l'enceinte ; mais l'exposant de cette puissance varie avec la pression.

» Pour arriver à cette dernière conséquence, nous avons admis, ce que d'ailleurs nos expériences rendent très-probable, que le refroidissement par simple voie de rayonnement est indépendant de la grandeur des enceintes.

» Un changement dans le pouvoir émissif de l'enceinte ne change pas la forme de la loi du refroidissement. Seulement, à même température, la valeur numérique du coefficient m éprouve dans certains cas de grandes altérations et reste invariable dans d'autres (*voir* les *Comptes rendus*, t. XIX, p. 410) ; d'où résulte qu'à même température, le rapport des vitesses

de refroidissement dans le vide d'un même thermomètre revêtu de deux substances différentes, change avec le pouvoir émissif des enceintes où on les observe.

» La loi du réchauffement d'un thermomètre, dans l'air à une pression quelconque, ou dans le vide, peut toujours se représenter par une formule toute semblable à celle du refroidissement, pourvu, bien entendu, qu'on tienne compte du changement de signe que subit alors l'excès de température du thermomètre.

» Seulement les grandeurs absolues des constantes de la formule changent pour un même thermomètre quand on passe du refroidissement au réchauffement.

» De cette loi résulte, qu'à même distance au-dessus ou au-dessous de la température d'une enceinte, un même thermomètre se refroidit ou se réchauffe avec des vitesses très-différentes.

» Tous ces résultats sont indépendants des incertitudes qui règnent sur la véritable valeur des corrections que l'on doit faire subir aux vitesses directement observées. Ils paraissent l'être également de l'influence souvent très-notable que peut avoir la tige dans le refroidissement d'un thermomètre, et, dès lors, ils sont applicables au cas du refroidissement ou du réchauffement d'un corps absolument isolé, au milieu d'une enceinte vide ou pleine d'air sous une pression quelconque. »

MINÉRALOGIE. — *Observations sur le minerai de fer qui se forme journellement dans les marais et dans les lacs; par* M. A. **Daubrée**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Berthier, Becquerel, Dumas.)

« On sait que des dépôts considérables de minerai de fer, de formation extrêmement récente, s'observent dans diverses contrées basses ou marécageuses de l'Europe. Ce minerai, qui consiste principalement en hydroxyde de fer, se trouve tantôt en suspension dans les eaux de marais ou de lacs, tantôt disséminé dans des terrains sablonneux, et, dans ce dernier cas, il n'est jamais qu'à une très-faible profondeur au-dessous de la surface du sol. Selon les circonstances de son gisement, l'oxyde de fer dont il est question a reçu les différents noms de *minerai des marais, minerai des lacs, minerai des prairies, minerai des gazons*.

» Il n'est pas douteux que ces dépôts ferrugineux aient été formés à une époque très-récente; car non-seulement ils sont fréquemment superposés à des graviers et à des sables diluviens, mais accidentellement on rencontre

des produits de l'industrie humaine, tels que des outils ou des fragments de poterie, qui sont renfermés dans le minerai massif. D'ailleurs, en diverses localités de la Suède et de l'Allemagne, on a cru reconnaître que du minerai se reproduisait en des points où antérieurement on l'avait extrait en totalité.

» Les régions de l'Europe où le minerai des marais est particulièrement abondant, sont : la basse Lusace, la Silésie, la Pologne, la Poméranie, les plaines du Mecklembourg, le Banat, quelques contrées voisines du Rhin, entre autres la Hollande, le Danemark; dans l'empire russe, la Livonie, la Courlande, la Finlande, le gouvernement d'Olonetz et les bords du Donetz, enfin un très-grand nombre de lacs de la Suède et de la Norwége. Le même minerai a été aussi signalé hors de l'Europe, notamment dans les savanes du nord de l'Amérique, dans le Connecticut (1) et en Afrique dans les sables du Kordofan. Il est exploité dans un grand nombre de lieux pour la fabrication du fer.

» Le trait le plus essentiel à tous ces dépôts ferrugineux, c'est d'être situés dans le voisinage de cours d'eau, soit dans les plaines où ces cours d'eau prennent des vitesses très-faibles et se partagent en flaques marécageuses, soit encore dans les lacs que les rivières alimentent. La première manière d'être, qui est la plus fréquente, s'observe en Allemagne, le long de l'Oder, de l'Elbe, de la Neisse, de la Sprée, etc. Plus d'un millier de lacs de la Suède, de la Norwége, de la Finlande et du nord de la Russie fournissent des exemples de l'autre genre de dépôts.

» Lorsque ce minerai est enfoui dans le sol, il se trouve rarement au delà de 1 mètre de profondeur; du gazon, des bruyères, du sable, du limon ou très-souvent encore de la tourbe le recouvrent; rarement son épaisseur dépasse $0^m,60$ à 1 mètre, et elle est en général beaucoup moindre.

» Le minerai du fond des lacs est souvent en grains isolés, de forme sphéroïdale, à structure concentrique qui a quelquefois de la ressemblance avec le minerai pisolitique, si abondant dans la formation tertiaire; on le rencontre aussi en petits galets plats de 1 centimètre de diamètre.

» Quoique la précipitation de l'oxdye de fer continue à se faire journellement à la surface des continents avee une abondance telle qu'il en résulte des gîtes exploitables, l'histoire du phénomème n'est pas encore éclaircie. On a d'abord supposé que le minerai pouvait résulter de la décomposition

(1) Percival, *on Connecticut*, page 473.

de pyrites de fer si répandues dans divers terrains, sous l'influence de l'air et de l'eau; on a aussi pensé qu'il pouvait être apporté des profondeurs par des sources minérales gazeuses contenant du fer en dissolution. Depuis que les importantes découvertes de M. Ehrenberg ont montré le rôle important des organismes microscopiques dans différents terrains, et en particulier depuis que ce savant a signalé dans les marais des pellicules ocreuses en grande partie formées par l'accumulation de carapaces ferrugineuses du genre *Gaillonella*, on a supposé que ces animaux pouvaient concentrer sous forme d'amas puissants le fer disséminé dans les eaux. Mais l'observation faite il y a plusieurs années par M. Kindler (1) sur la décoloration de sables ferrugineux par le voisinage de racines d'arbres en putréfaction me paraît, d'après les nombreux faits analogues que j'ai observés dans la plaine du Rhin, être particulièrement essentielle au phénomène en question.

» Les observations consignées dans ce Mémoire sur la dissolution et la précipitation journalières de l'oxyde de fer dans la nature, et que j'ai eu occasion de faire dans la chaîne des Vosges, en Alsace et dans la Lorraine, amènent aux conclusions suivantes :

» 1°. Le peroxyde de fer, mélangé à des terrains peu cohérents qui contiennent des matières végétales en décomposition, est dissous par les eaux météoriques qui s'y infiltrent, sous l'influence de certains produits de la pourriture de ces végétaux, fait que M. Kindler avait déjà reconnu (2). La décoloration d'argiles et de sables ferrugineux par les racines des plantes en putréfaction s'observe sur de vastes étendues dans la plaine du Rhin et en Lorraine. Une racine située dans l'argile sableuse enlève le fer en général jusqu'à une distance de 1 à 5 centimètres. Si le terrain est très-perméable comme le sont les sables, cette dissolution donne plus bas naissance à de nombreuses sources ferrugineuses.

» Les roches amphiboliques et pyroxéniques, amenées à l'état terreux, et d'autres roches ferrifères, lorsqu'elles se trouvent dans les mêmes circonstances que les sables jaunes mentionnés plus haut, se comportent d'une manière semblable.

» 2°. C'est par l'action de l'acide carbonique et de l'acide crénique que le peroyde de fer, réduit, au moins en partie, à l'état de protoxyde par la présence de la matière végétale qui l'avoisine, paraît être amené à l'état de

---

(1) Poggendorff, *Annalen der Physik und Chemie*, tome XXXII, page 203.
(2) Poggendorff, *Annalen der Physik und Chemie*, tome XXXII, page 203.

solubilité dans l'eau. M. Berzelius avait déjà signalé comme très-probable l'intervention de l'acide crénique dans le phénomène (1).

» 3°. Partout où l'eau de ces sources coule lentement au contact de l'air, elle abandonne, particulièrement pendant l'été, une boue gélatineuse d'un brun noirâtre qui se compose principalement de protoxyde et de peroxyde de fer combinés à de l'acide carbonique, de l'acide crénique et de l'eau. L'oxyde de manganèse y manque rarement, et sa présence est probablement due aux mêmes réactions que celle de l'oxyde de fer. L'acide carbonique se dégage à mesure que le protoxyde de fer passe à l'état de peroxyde, et enfin, après que la substance a été desséchée à la température ordinaire, naturellement ou artificiellement, il n'y reste plus que des traces de cet acide.

» 4°. Si le précipité de la source a séjourné quelques jours dans la rigole de la source, il est, en outre, mélangé de beaucoup de carapaces siliceuses d'infusoires appartenant aux genres *Navicula* et *Gaillonella*, ainsi que de très-nombreux filaments d'*Oscillaires*.

» 5°. Le dépôt formé aux environs de chaque source est charrié lors des hautes eaux à un ruisseau ou à une rivière du voisinage; il en est de même de la partie de la combinaison ferrugineuse qui, n'ayant pas encore été décomposée, est restée en dissolution. Tant que ce ruisseau ou cette rivière coule rapidement, il ne dépose rien sur son lit; mais partout où la vitesse de ces cours d'eau est considérablement ralentie, surtout dans les flaques d'eau stagnante qu'ils alimentent non loin de leurs lits, l'oxyde tenu en suspension et celui qui est encore en dissolution se précipitent petit à petit; puis le dépôt s'infiltrant latéralement dans les sables va contribuer à l'accroissement de concrétions en forme de veines et de rognons, lesquelles, au bout d'un certain laps de temps, deviennent exploitables comme minerai de fer.

» 6°. Néanmoins on conçoit que la totalité de l'oxyde de fer transporté par une rivière ne peut être ainsi fixée le long de ses bords, si ce n'est peut-être dans les endroits où, par un renflement considérable, elle produit des lacs, comme en Scandinavie ou en Finlande. L'excédant se rend dans le fleuve voisin, le long duquel le même phénomène se reproduit, lorsque ce fleuve alimente des marais. Enfin une dernière fraction est versée à la mer, où cet oxyde de fer va sans doute contribuer à cimenter des dépôts incohérents, comme on l'observe dans d'anciens terrains.

» 7°. La composition chimique du dépôt des marais est analogue à celle

(1) Berzelius, *Jahresbericht*, XVII, page 210.

du dépôt des sources; comme ce dernier, il est mélangé de têts siliceux, d'infusoires et de débris d'oscillaires.

» Il n'y a de différence essentielle que dans la proportion d'acide phosphorique. Cet acide, qui ne se trouve que par traces dans le dépôt ocreux au moment de sa dernière précipitation, existe en quantité très-notable, souvent de 0,005 à 0,01 et au delà, dans le précipité qui a séjourné dans les marais. Il paraît donc que l'acide phosphorique des corps organisés qui vivent et meurent dans ces eaux, en raison de son affinité bien connue pour le peroxyde de fer, tend sans cesse à s'unir à cette dernière base.

» L'observation précédente s'accorde bien avec un fait depuis longtemps reconnu dans le gouvernement d'Olonetz, savoir, que le minerai qui se dépose dans les lacs est toujours moins phosphoreux que le minerai des marais (1).

» 8°. Si l'on abandonne à lui-même, sous l'eau, le dépôt des sources ou celui des marais, il se fait une fermentation des parties organiques à la suite de laquelle une faible quantité d'oxyde de fer se dissout de nouveau. Une partie de l'oxyde de fer de la liqueur est à l'état de sel organique, l'autre à l'état de carbonate. Cette réaction vient à l'appui des idées émises plus haut sur la formation des sources ferrugineuses.

» 9°. Toutes les principales circonstances du gisement habituel du minerai des marais et des lacs paraissent d'accord avec la théorie déduite des observations faites en Alsace et en Lorraine. Ainsi, on voit pourquoi le minerai de la première espèce se forme toujours à proximité des cours d'eau, dans les plaines peu inclinées qui sont situées le long des rivières ou vers leur embouchure. On reconnaît aussi pourquoi ces dépôts sont si ordinairement associés à la tourbe, dans toutes les contrées du nord de l'Europe, en Allemagne, en Hollande, en Suède, en Norwége et en Finlande. C'est qu'une eau peu profonde qui se renouvelle sans cesse, mais avec une vitesse très-faible, paraît aussi réaliser la condition la plus essentielle à la formation de la tourbe.

» 10°. Les marais où se développe le minerai de fer sont quelquefois à proximité des terrains ferrugineux dont il dérive, comme le long de la Lauter et des ruisseaux voisins, et alors la relation qui les unit est facile à saisir. Mais il n'en est pas toujours ainsi : d'après ce qui a été exposé, la combinaison ferrugineuse peut être portée à 80, 200, 400 kilomètres du point de

---

(1) *Annuaire des Mines de Russie*, 1835, p. 240.

départ. Pour ceux qui n'ont à examiner que ce dernier cas, l'origine était plus difficile à saisir. D'ailleurs le phénomène, comme beaucoup d'autres actions chimiques qui ont lieu actuellement à la surface du globe, se fait avec une extrême lenteur.

» 11°. Le mode de précipitation de l'oxyde de fer qui vient d'être exposé ne paraît pas être exclusivement restreint à l'époque actuelle. Les sables et graviers diluviens sont souvent cimentés par des veines ou des rognons ferrugineux, dont le dépôt est aujourd'hui tout à fait arrêté, et qui sont analogues au minerai des marais. Tels sont aussi peut-être différents gîtes subordonnés à des sables tertiaires, comme ceux de Courtavon (Haut-Rhin).

» Il est du reste évident qu'aujourd'hui même la nature se sert encore de procédés autres que celui qui vient d'être décrit pour former des dépôts ferrugineux. Ainsi, dans la région volcanique de l'Eifel, les sources gazeuses de la vallée de Brohl apportent le fer à l'état de bicarbonate, d'après M. Bischoff, et le déposent à la surface du sol sous forme de peroxyde mélangé de carbonate. D'autres dépôts résultent de la décomposition de la pyrite de fer en présence de l'air et de l'eau : tels paraissent être, d'après M. l'ingénieur des mines François, les amas ocreux des Pyrénées, qui sont en outre aurifères. Mais, parmi les dépôts contemporains de minerai de fer, ceux formés par l'influence de la pourriture végétale dominent beaucoup en Europe par la grande étendue qu'ils occupent. Ils sont d'ailleurs à citer comme un des chaînons variés qui lient indirectement aux êtres organisés la formation de grandes masses minérales. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Discussion d'une nouvelle série d'observations de marées faites à Akaroa (Nouvelle-Zélande). — Singularités de ces marées pour lesquelles l'action du soleil grandit avec la déclinaison, et l'action de la lune semble croître à mesure que sa distance au pôle diminue.* (Lettre de M. Chazallon à M. *Arago*.)

(Commission précédemment nommée.)

« Vous avez bien voulu me faire l'honneur de me transmettre, pour les discuter, une série d'observations de marées comprenant une lunaison de mars et une lunaison de juin 1844, qui vous a été envoyée de la Nouvelle-Zélande, par M. le commandant Bérard. Ces observations font suite à celles que le dépôt hydrographique de la Marine avait déjà reçues et ne pouvaient manquer de m'intéresser vivement, puisqu'elles devaient confirmer ou modifier les résultats assez singuliers que j'en avais déduits et qui vous avaient

paru mériter d'être insérés dans les *Comptes rendus* (séance du 9 décembre 1844, page 1307).

» J'avais reconnu, en discutant les marées d'Akaroa (Nouvelle-Zélande), que l'action du soleil croissait avec la déclinaison de telle sorte que le rapport de la marée lunaire à la marée solaire, au lieu d'être constant et égal à 3, comme à Brest, variait de 7 à 30. J'avais reconnu, en outre, que la marée solaire précédait la marée lunaire, et que cette dernière ne se manifestait que quarante heures après la cause qui l'engendrait. Eh bien, les nouvelles observations confirment pleinement ces conséquences, et, de plus, l'ensemble des documents tend à prouver que l'action de la lune croît à mesure que sa distance au pôle sud diminue. On pourra en juger par le tableau suivant, qui présente le résumé de mon travail, et dans lequel les déclinaisons australes sont affectées du signe —.

NOMBRE d'équations.	DÉCLINAISON de la lune.	UNITÉ LUNAIRE.		DÉCLINAISON du soleil.	UNITÉ solaire.	MOYENNE.	RAPPORT des marées.	TEMPS dont la marée solaire précède la marée lunaire.
		mm	mm		mm	mm		
6	16°	919	"	22°	115	135	8,0	1h 4m
4	— 14	"	944	22	165		5,7	0.58
8	16	885	"	0	58	36	15,3	3. 0
8	— 15	"	950	0	15		63,0	— 2. 0
7	15	900	"	— 21	108	115	8,3	1.39
4	— 13	"	936	— 21	128		7,3	1.45
Moyenne		900	945	....				1.24

» On voit par ce tableau :

» 1°. Que chaque groupe d'équations fournit, pour l'unité lunaire, une valeur constamment plus grande lorsque la déclinaison est australe ;

» 2°. Que l'unité solaire est trois à quatre fois plus grande aux solstices qu'aux équinoxes.

» Quant au temps dont la marée solaire précède la marée lunaire, les équinoxes présentent de grandes discordances ; ainsi l'un des systèmes, loin de donner une avance, donne un retard de deux heures. On ne sera cepen-

dant pas étonné de cette discordance si l'on réfléchit que la tangente de cet angle horaire étant donné par le rapport de deux nombres qui, dans le cas actuel, sont très-petits (puisque 15 millimètres forment l'hypoténuse du triangle rectangle dont ces nombres sont les côtés), il suffit d'une légère erreur d'observation pour altérer considérablement cet angle. Or, malgré l'emploi que j'ai fait de toutes les observations de la journée pour obtenir la marée semi-diurne avec une grande précision, il reste toujours un peu d'incertitude sur la détermination de cet élément, principalement lorsque les variations barométriques sont brusques, car la correction relative à la pression devient alors incertaine. (*Annuaire des marées* pour 1839, page 27.)

» Si nous avons égard au nombre d'équations qui ont fourni chaque valeur de l'avance de la marée solaire; si, de plus, nous admettons que cette valeur est d'autant plus probable que la marée solaire est plus grande, nous déduirons, du tableau précédent, $1^h\,24^m$ pour le temps dont la marée solaire précède la marée lunaire.

» Afin de faire ressortir d'une manière plus frappante les différences qui existent entre les lois régissant les marées d'Akaroa et de Brest, je vais présenter un tableau de comparaison de quelques marées semi-diurnes observées dans ces deux localités, quarante heures environ après l'instant des syzygies ou des quadratures. J'ai inscrit la grandeur réelle des marées d'Akaroa; mais dans la colonne de Brest, j'ai inscrit seulement des nombres proportionnels aux marées de ce port et tels que, si les lois étaient les mêmes dans les deux localités, les nombres des deux colonnes seraient respectivement identiques.

DATES A PARIS.	MARÉES observées à Akaroa, exprimées en centimètres.		NOMBRES PROPORTIONNELS aux marées correspondantes de Brest.	
	syzygies.	quadratures.	syzygies.	quadratures.
P. Q. le 30 septembre 1843.	.....	168	.....	99
P. L. le 8 octobre.........	149	.....	215	
P. L. le 5 janvier 1844.....	171	.....	217	
D. Q. le 12 janvier........	.....	180	.....	132
D. Q. le 11 mars..........	.....	172	.....	104
N. L. le 19 mars..........	153	.....	228	
D. Q. le 9 avril...........	.....	180	.....	107
N. L. le 17 avril..........	146	.....	209	
N. L. le 6 juin...........	152	.....	191	
P. Q. le 23 juin..........	.....	175	.....	144
Somme......	771	875	1060	586
Total.......	1646		1646	

» A Brest, ainsi qu'on le sait, on voit les marées des syzygies surpasser constamment les marées des quadratures dont la somme 586 n'est guère que la moitié du nombre 1060 relatif aux syzygies. A Akaroa, l'inverse a lieu dans les cas que nous venons de considérer, et, tandis que la somme des marées des quadratures est $8^{m},75$, celle des syzygies n'est que $7^{m},71$. Ces différences d'effets sont dues principalement à la grandeur relative de la marée lunaire et confirment ce que je disais en 1838 (*Annuaire des marées* pour 1839, pages 7 et 8) : *les marées des divers ports ne sont pas proportionnelles entre elles, et chaque port a sa formule particulière.*

» Je vais maintenant exposer, en quelques mots, la manière dont je parviens à déterminer le retard des marées, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre l'instant où l'astre agit et l'instant où cette action se manifeste sur les marées d'un port. La méthode employée dans la *Mécanique céleste* suppose implicitement que l'on possède un très-grand nombre d'observations, ou que le rapport de la marée lunaire à la marée solaire n'est pas beaucoup

plus grand que *trois*. Ces conditions la rendaient donc inapplicable aux marées d'Akaroa.

» Pour fixer les idées, supposons d'abord que la fonction exprimant la loi des marées d'une localité soit déterminée; supposons, de plus, que l'on possède une série d'observations, et que le retard des marées soit la seule inconnue; pour obtenir cette dernière quantité, nous compterons le temps sur une droite prise pour axe des abscisses, nous construirons sur cet axe la courbe qui représente la fonction (et que nous nommerons *courbe théorique*), puis, au moyen des observations, nous construirons une seconde courbe que nous nommerons *courbe effective*.

» Cela posé, calquons sur un papier transparent la courbe théorique, et transportons ce calque parallèlement à lui-même, en faisant glisser l'axe des abscisses sur celui de la courbe effective; il est clair que nous parviendrons ainsi à superposer les deux courbes. La coïncidence sera parfaite, si la courbe effective a été tracée avec des observations rigoureusement exactes; cette coïncidence ne sera qu'approchée, si les observations, comme c'est le cas général, sont affectées de quelques erreurs. Dans tous les cas, le chemin parcouru par la première courbe représentera le retard des marées.

» En considérant isolément les divers arcs, ou les divers éléments des deux courbes, on voit que la détermination de la distance que doit parcourir la courbe théorique pour coïncider, le mieux possible, avec la courbe effective, est d'autant plus incertaine, que les éléments employés sont plus inclinés sur l'axe des abscisses. Les points maxima et minima sont donc les moins favorables pour déterminer le retard des marées.

» Par contre, si la fonction se trouvait multipliée par une constante, et que cette constante fût la seule inconnue, il est aisé de voir que les points maxima et minima de la courbe effective seraient, dans leur ensemble, les plus favorables pour obtenir cette constante. Ces diverses considérations m'ont conduit à faire intervenir dans les calculs, non-seulement les observations faites vers les syzygies et les quadratures, mais encore celles faites vers les octants. Ces dernières observations sont d'ailleurs nécessaires, dès qu'on admet que le retard de la marée solaire peut être différent de celui de la marée lunaire.

» Pour former mes équations, j'ai d'abord tracé graphiquement la courbe effective, puis j'ai attribué successivement au retard des marées les valeurs 0, 24, 36, 42, 48 heures, et j'ai adopté le retard qui donnait les moindres erreurs dans les diverses équations. Enfin, j'ai tracé la courbe théorique

qui en résultait, et sa superposition avec la courbe effective m'a permis ainsi de la comparer avec toutes les observations.

» Depuis 1832, j'ai souvent fait usage des constructions graphiques, et leur emploi m'a été ordinairement fort utile. C'est par leur moyen, ainsi que je l'ai expliqué dans le Mémoire présenté à l'Académie, en mars 1842, que j'ai découvert les diverses marées dont la période est environ 12 heures, 6 heures, 4 heures, 3 heures, etc., lunaires. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une exploration du cratère du Rucu-Pichincha* (République de l'Équateur). (Lettre de M. **Wisse** à M. *Regnault.*)

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Regnault.)

« Quoique Quito soit fort près du Pichincha, ce sol volcanique est si tourmenté, si découpé par de profonds ravins, qu'il faut une grande journée de marche pour arriver au sommet. Je partis donc, le 14 janvier, à trois heures du soir, accompagné de mon meilleur élève, M. Garcia Moreno, pour aller coucher dans une ferme (Lloa) située dans une petite plaine au pied du volcan. Nous en partîmes le lendemain, à sept heures du matin, et nous montâmes avec nos mules jusqu'à la limite de la végétation, point où il fallut mettre pied à terre. Je laissai les bêtes aux soins de mon domestique, et nous commençâmes à grimper avec un Indien qui nous servait de guide. La pente sur laquelle nous montions est excessivement roide, et nous ne pouvions avancer qu'en décrivant des zigzags. A cela il faut ajouter que la partie supérieure du volcan est toute couverte d'une ponce menue dans laquelle on enfonce jusqu'à 2 décimètres, et il faut faire les plus grands efforts pour ne pas reculer sur ce sol mouvant plus que l'on n'a avancé. Nous nous dirigions sur un pic que nous apercevions par instants, et dont nous atteignîmes le point le plus élevé à 11 heures et demie. Grand désappointement! un brouillard des plus épais ne nous permettait pas de voir à 15 mètres.... Là, je fis bouillir l'eau, je pris la hauteur barométrique, d'où je conclus l'altitude $4775^{m},60$ de ce point....

» Notre vue commença à pénétrer dans l'intérieur du noir et terrible cratère, mais sans pouvoir en atteindre le fond. Descendons au cratère! telle fut notre exclamation; et nous voilà lancés, comme des fous, dans l'entreprise la plus téméraire, et livrés à des périls que jamais homme, peut-être, n'avait osé affronter. Il était midi. Notre guide ne voulut plus nous suivre : nous lui laissâmes nos ponchos, espèce de manteaux du pays, et tout ce qui pouvait gêner notre marche. Un grand chien descendit avec nous;

mais bientôt, effrayé par les blocs de pierre qui se détachent continuellement des parois et roulent au fond du cratère avec un vacarme épouvantable, il tourna les talons et nous abandonna. Nous continuâmes notre pénible descente....

» Pendant ce temps-là, le vent chasse un peu les nuages, et nous découvrons le fond du cratère et son bord opposé. Enfin, nous nous trouvons dans un profond ravin, long, étroit, ouvert à notre gauche, et hérissé de toutes parts d'énormes masses de pierres détachées des parois. Au milieu se dessine un torrent, alors à sec.... Mon baromètre, suspendu à un gros bloc, me montre que nous avons descendu de plus de 300 mètres.

» Nous continuons notre route par la droite, et nous atteignons, par une pente assez douce, le point le plus bas de la crête qui sépare les deux cratères. Alors nous percevons plus fortement qu'auparavant l'odeur des vapeurs sulfureuses dont nous étions déterminés à découvrir la source. Nous descendons donc, à la grâce de Dieu, sans savoir où nous arriverons, et suivant un chemin de plus en plus difficile, car les parois du second cratère sont plus roides que celles du premier.... Avant d'arriver au bas, nous découvrons un monticule, ou une presqu'île, placée au milieu du cratère; nous voyons sur notre gauche des fumées que nous prenons d'abord pour des brouillards, et enfin de longues zones jaunâtres qui couvrent çà et là le sol. Il n'y a plus de doute, nous arrivons aux bouches du volcan. Nous nous dirigeons sur ces traces sulfureuses, et nous gravissons le monticule. Nous atteignons d'abord les bouches d'où la vapeur sort abondante, et avec un assez grand bruit. Là nous étions en communication directe avec le centre de la terre, peut-être avec nos antipodes de Sumàtra. Nos pieds ne trouvent plus de roches solides; le sol n'est plus composé que de terre, cendre et soufre agglomérés. Çà et là je vois des crevasses et des affaissements de 20 centimètres de profondeur. Je me couche à terre, et je fourre mon bras dans une des cheminées pour recueillir des cristaux de soufre. Il m'est impossible d'enfoncer beaucoup le bras, à cause de la grande chaleur. Un thermomètre qui ne montait qu'à 60 degrés, exposé à l'orifice, arriva en un clin d'œil au haut de sa course; à 20 centimètres de l'orifice, la chaleur est supérieure à celle de l'eau bouillante. Les cristaux aciculaires sont d'une grande limpidité et tapissent entièrement les parois des cheminées. Les vapeurs, d'une odeur de soufre brûlé et d'œufs pourris, ne m'incommodaient presque pas; mon compagnon recueillait dans son mouchoir les produits de ma pêche. La bouche où je mettais le bras avait 20 centimètres de diamètre; je ne pouvais voir à plus d'un mètre de profondeur, car la cheminée se contournait en tous sens. Quatre

autres cheminées que j'examinai, présentaient le même aspect. Il y a des bouches qu'il nous fut impossible de toucher, car il nous fallait pour cela traverser un espace aussi mouvant qu'une taupinière fraîchement remuée, et notre témérité avait ses limites. Nous pûmes faire le tour de toutes les bouches en *a*, excepté du côté *b* où il y a un arrachement profond et presque vertical, et dans la crête duquel nous ont paru placées les dernières bouches du groupe *a*, groupe qui comprend environ dix orifices dispersés dans un espace à peu près circulaire de 15 mètres de diamètre. La crevasse *gh* ne manque pas de nous inquiéter : elle m'a paru une prédisposition à l'éboulement des bouches *a* dans le cratère adventif et profond *b*. La surface du sol en *a* était, en plusieurs endroits, à une température de 43 degrés. Je recueillis à la surface une espèce de scorie verte, dure, à surface semi-vitrifiée, mince, et qui n'était pas plus large que la main. Elle était éparse de tous côtés et peu abondante. Elle était le produit de quelque petite éruption fort récente, car la surface des scories n'était salie ni par des cendres ni par les vapeurs sulfureuses qui communiquent à tout leur couleur jaune.

» Les bouches de *c* sont disposées à peu près comme celles de *a*. L'entonnoir *b* est rempli de grosses pierres entre lesquelles sortent les vapeurs. Il est probable que c'est un petit cratère dû à une éruption récente, et que, depuis, il a été comblé en partie par les éboulements des parois adjacentes qui sont encore presque verticales.

» Près du cratère *b*, et vers le torrent *ttt*..., on voit plusieurs tas de gros blocs de pierre, présentant, vus à quelque distance, exactement la forme de taupinières. Nous ne pûmes monter jusqu'aux bouches *d* et *e* dont nous voyions la fumée, car déjà la nuit approchait. Nous voyions également la bouche *F* du cratère, sans pouvoir nous donner la satisfaction de le reconnaître....

» Il pleut très-fort, et nous nous réfugions en *C* dans le torrent *ttt*... pour observer le baromètre sous un gros bloc. Malheur !... Le baromètre n'est plus !... Il était quatre heures du soir....

» Ici commence le pathétique de nos aventures. La pluie et la neige tombent à torrents ; en un clin d'œil, la presqu'île du cratère occidental est embrassée par deux grandes rivières ; les ravins, plus commodes que le reste à grimper, nous ne pouvons les suivre, car ils sont pleins d'eau, et les nombreuses masses arrachées par la violence des eaux suivent habituellement ces ravins ; l'artillerie du cratère fait de toutes parts un vacarme horrible, de gros blocs ricochent dix et vingt fois avant d'arriver au fond, en décrivant d'immenses trajectoires, et volant quelquefois par-dessus nos têtes ; l'écho vient

augmenter mille fois ce redoutable tapage; les pierres auxquelles nous nous cramponnons s'arrachent, et nous coulons en bas; tout est couvert d'eau, de boue et de neige. Nos mains sont glacées, et je ne puis reconnaître la forme des objets que j'empoigne; nous mangeons de la neige pour tromper la faim, et nous nous asseyons à chaque pas pour respirer. Nous sommes en vue du cratère oriental, et nous parlons d'aller sortir par les ouvertures *E*; mais où serons-nous conduits?.... Je suis toujours à l'avant-garde. Je gravis un rocher de peu de consistance; arrivé au haut, le dernier effort que je fais avec le pied détache la masse: Sauvez-vous, Garcia! Si mon pauvre compagnon n'eût pu s'effacer contre un autre rocher, il était mort. Nous appelons l'Indien qui ne répond pas; sans doute, il ne peut nous entendre. Nous ne pouvons plus avancer, et nous revenons au projet de passer la nuit dans le cratère. Mais mouillés jusqu'aux os, sans vivres, il est certain que nous périssons dans la nuit; si nous voulons nous sauver, il ne faut pas laisser s'engourdir nos membres.... Laissons ici une grande lacune, et plaçons-nous au haut du cratère où nous nous trouvons à sept heures du soir. Là je mangeai deux grandes poignées de neige pour éteindre le feu qui me dévorait; j'en ai encore aujourd'hui tout le palais en lambeaux.

» Plus d'Indien; il est sans doute près des mules. Il est nuit depuis une heure, et la pluie continue à seaux. Nous nous laissons tomber sur la ponce, et, sans autre travail que celui de maintenir notre équilibre, nous arrivons au bas avec une rapidité étonnante. Nous crions, nous crions, rien; plus de guide, plus de domestique, plus de mules. Abandonnés! Nous marchons rapidement pour conserver quelque peu de chaleur; nous nous égarons, et je m'en aperçois. Alors il nous faut traverser un profond ravin pour nous rapprocher de ce que je croyais le bon chemin. Bientôt nous entendîmes aboyer des chiens, et peu après on répondit à nos cris. Nous étions sur la pente d'un grand ravin d'où nous ne serions pas sortis sans le guide qui vint à notre secours. Nous étions dans une cabane vers neuf heures, après avoir fait environ trois lieues depuis le cratère. Là nous rencontrâmes nos déserteurs, pleurant et nous croyant perdus depuis qu'ils avaient vu revenir le chien.... Le lendemain, nous retournâmes à la ferme, dont le propriétaire était fort inquiet à notre égard; puis nous rentrâmes à Quito....

» Nous avions mal choisi le moment de notre expédition; c'était vers la fin de la belle saison, mais nous ne devions pas croire que les pluies commenceraient juste le jour de notre descente....

» De tous les curieux et savants qui sont venus visiter le volcan, aucun n'est descendu au cratère. Il y a cent ans, les académiciens, après plusieurs

tentatives, ont renoncé à entrer dans l'intérieur. Il fallait peut-être que deux fous effaçassent le mot *impossible*. La hauteur de laquelle nous sommes descendus, et que nous avons remontée ensuite, est plus grande que quatre fois la plus haute pyramide d'Égypte, cinq fois la tour de Strasbourg....

» J'ai rapporté plusieurs roches du cratère, tout ce que pouvaient renfermer nos poches : trachyte porphyrique à pâte rouge et à pâte jaune, avec cristaux blancs; trachyte à base très-rouge, avec de nombreuses traces d'oxyde de fer; conglomérats de soufre, cendres et feldspath calciné; scories et soufre en cristaux. Les scories brûlent avec l'odeur de l'acide sulfureux et une belle flamme bleue, laissant un résidu pulvérulent et humide que n'attaque pas l'acide azotique. Le porphyre à base rouge me paraît être celui qui domine dans le cratère. Le cratère, brun, noir, présente un aspect horriblement beau. Grand nombre de roches ont leurs cimes effilées en pointe comme des lances; des masses hautes de 30 mètres, détachées sur trois côtés et ne tenant plus que par la racine, sont inclinées vers le centre du cratère, comme se préparant à s'y précipiter. Le second cratère se rapproche plus de la forme circulaire que le premier. Je crois le cratère occidental plus récent que l'autre, car les bouches actuelles y sont situées. Il est plus profond, ses parois sont plus roides, et la crête DDD..., effilée vers la gauche comme une lame de couteau, est arrondie vers le cratère de l'est, tandis qu'elle est droite et verticale vers le cratère de l'ouest. Le cratère oriental me paraît comblé déjà en grande partie par les éboulements qui se font encore à chaque moment. Quelle force prodigieuse il a fallu pour lancer ces masses immenses, lors de l'ouverture du cratère actuel, surtout si le cône, étant entier, avait 1 000 mètres de hauteur de plus qu'aujourd'hui!

» J'ai le projet d'aller, dans la belle saison prochaine, avec mon bon élève, faire une étude complète du volcan, et d'y passer une huitaine de jours, bien approvisionné, bien muni de tout le nécessaire. Nous tenterons de résoudre les questions suivantes : 1° Lever de contour extérieur des cratères et des deux ouvertures vers l'ouest et de l'intérieur; 2° reconnaissance des bouches volcaniques actuelles; 3° mesure des hauteurs; 4° composition géologique des cratères. Ce serait un travail bien curieux, et surtout intéressant pour la ville de Quito. Le Pichincha est donc loin d'être éteint, comme le croient les Quintiniens, sur la foi des géologues qui ont examiné de loin les cratères.

» Je me propose de faire une belle collection de roches et de produits volcaniques, que j'enverrai à l'École des Mines, car là aussi j'ai reçu un accueil pour lequel je dois de la reconnaissance.

» Voici quelques données physiques que j'ai prises dans mon expédition.

15 janvier à midi.	Température de l'air libre....	$8^{\circ},10$	Crête du Pichincha en A.
	Température du baromètre...	$10^{\circ},60$	
	Hauteur corrigée du baromètre..................	$438^{mm},40$	
	Hauteur à 0 degré..........	$437^{mm},60$	
	Ébullition de l'eau à........	$85^{\circ},16$	
	Hauteur barométrique calculée pour 1 heure et à la température de $10^{\circ},6$............	$438^{mm},20$	
à 1 heure.......	Température de l'air libre...	$6^{\circ},05$	Hauteur du cratère oriental en B.
	Température du baromètre..	$8^{\circ},00$	
	Hauteur corrigée du baromètre.....................	$455^{mm},80$	
Différence de hauteur calculée entre A et B =		$328^{m},80$	

» J'ai résumé sur une reconnaissance, dont vous avez le dessin, tout ce que mon crayon et mes souvenirs m'ont permis de conserver. Ce dessin comprend un plan et trois coupes transversales, le tout accompagné de légendes explicatives, qui forment un résumé facile à consulter.... »

Deux autres extraits, que l'abondance des matières ne nous permet pas d'insérer, sont relatifs, l'un à des observations des variations diurnes du baromètre, l'autre à des observations de la comète de 1845.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur une roue à aubes emboîtées dans un coursier annulaire fendu pour le passage des bras; par* M. **Mary**.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Morin.)

« Forcé, par les besoins du service dont je suis chargé, d'aviser au moyen d'établir une distribution d'eau dans les parties hautes des quartiers de Chaillot et du Roule, j'ai été conduit, par les circonstances dans lesquelles je me trouvais, à imaginer un système de roue non encore essayé jusqu'ici, et dont les résultats m'ont paru dignes d'être signalés à l'Académie des Sciences, seul juge compétent de ces sortes de questions.

» *Description.* — La roue, construite aux bassins de Chaillot, est montée sur un axe horizontal; elle est formée de six palettes elliptiques adaptées à la circonférence d'un cylindre de $0^{m},12$ de longueur, et $2^{m},28$ de rayon, accompagné de deux disques annulaires plans de $0^{m},30$ de largeur, perpendiculaires à l'axe, et fixés au moyen par six bras renforcés de nervures et

masqués par des feuilles de tôle. Pour séparer les eaux d'amont de celles d'aval, deux plaques en fonte, noyées en partie dans la maçonnerie, viennent s'appuyer sur les disques dont il a été question, et forment, dans leur partie inférieure, les lèvres d'un coursier annulaire en ciment romain calibré avec les palettes elles-mêmes qui s'y emboîtent ainsi très-exactement. Ce coursier se prolonge au delà du plan vertical mené par l'axe de la zone, d'une longueur à peu près égale à l'intervalle entre deux aubes; du côté d'amont, il s'évase en entonnoir pour faciliter l'entrée de l'eau qui en couvre ainsi l'orifice, et y pénètre comme elle ferait dans une conduite placée au fond d'un réservoir. Il résulte de cette disposition que l'eau de la retenue agit sur les palettes comme elle agirait sur le piston d'un cylindre.

» Pour diminuer la résistance de l'eau sur les aubes ou palettes, elles sont taillées en forme de proue par-dessous, et en forme de poupe par-dessus.

» La roue ne perd à peu près rien de son effet utile, pour une même chute, quand l'eau s'élève, en amont, jusqu'au point de surmonter le petit cylindre au delà duquel sont placées les aubes.

» Pour que cette roue jouisse des avantages qui lui sont propres, il faut que sa vitesse n'excède pas $1^{m},30$ par seconde.

» *Essai au frein.* — La roue qui vient d'être décrite, essayée au frein a donné 0,825, 0,75, 0,824, 0,85 pour 100; ces rendements, même le plus faible, atteignent ou dépassent les rendements les plus forts des meilleures roues connues. Je n'ose pas affirmer que ces résultats sont irréprochables, bien que les expériences aient été faites sous les yeux de M. Bellanger, professeur d'hydraulique à l'École des Ponts et Chaussées, et de quelques autres habiles ingénieurs, et que je ne me sois pas fié à mes propres calculs pour déterminer l'effet utile. C'est ce qui me fait vivement désirer que l'Académie des Sciences veuille bien nommer une Commission pour constater ce rendement d'une manière authentique. »

OPTIQUE. — *Mémoire sur quelques points de la théorie des images formées par plusieurs miroirs, avec application au dipléidoscope de* M. E. Dent; *par* M. Secretan.

(Renvoi à la Commission chargée de faire le Rapport sur le cadran à réflexion présenté par M. Dent, dans la séance du 24 juillet 1843.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le calcul stigmal; par* M. Merpaut-Duzelidest. (Deuxième partie.)

(Commission précédemment nommée.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur des expériences tendant à faire connaître la résistance de l'air comprimé mis en mouvement dans des tuyaux; par* M. PECQUEUR.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour un Mémoire du même auteur sur un système de chemins de fer à air comprimé.)

M. GRENIER adresse un supplément à ses précédentes communications sur un dispositif qu'il a imaginé pour prévenir le déraillement des véhicules marchant sur les *chemins de fer*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. JOMARD met sous les yeux de l'Académie des tableaux d'observations météorologiques faites au Caire par M. *Perron* pendant les années 1843, 1844 et une partie de 1845. Ces observations sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, de Gasparin et Duperrey.

CORRESPONDANCE.

M. JOMARD adresse, au nom de l'auteur, M. PERRON, directeur de l'École médicale d'Égypte, un *Traité de Physique* et les deux premiers volumes d'un *Traité de Chimie* écrits en arabe.

M. RAMON DE LA SAGRA, correspondant de l'Académie des Sciences morales et politiques, fait hommage à l'Académie des Sciences, d'un exemplaire d'un Mémoire qu'il vient de publier en espagnol, sur la *culture de la canne et la fabrication du sucre en Andalousie* (voir au *Bulletin bibliographique*). Nous extrayons de la Lettre qui accompagne cet envoi le passage suivant :

« La canne à sucre est cultivée sur la côte de l'Andalousie depuis une époque très-reculée, antérieure à celle de la domination des Arabes; ce fut alors que les plantations et les fabriques étaient plus répandues, depuis Almeria jusqu'à Marbella, vers le détroit de Gibraltar. Dans les districts à canne, on trouve de nombreux vestiges des anciennes sucreries. Aujourd'hui, il en reste encore neuf en activité, qui élaborent annuellement 15 millions de kilogrammes de canne, sur une totalité de 25 millions qui forment la récolte. La différence entre ces deux sommes est consommée en nature dans le pays, où l'on suce la canne comme aux Antilles.

» Les neuf sucreries sont établies à Motril, Almuñecar, Mavo, Nerja, Frigiliana, Torrox, et Velez-Malaga; charmantes localités, d'un climat tropical, d'un sol riche, arrosé par les rivières qui descendent de la Sierra-Nevada, et où végètent à l'air libre le bananier, l'avocatier, le goyavier et la chirimoya.

» Dans ces contrées on cultive deux espèces de canne à sucre: la petite, appelée *créole* aux Antilles, qui était cultivée en Espagne et aux îles Baléares et Canaries bien avant la conquête, et la grande canne d'Otaïti, introduite en 1816. Toutes les deux peuvent être coupées au neuvième mois depuis la plantation, et dans le plus grand nombre des localités on obtient une récolte par année. Dans quelques endroits, un système particulier de culture rend plus avantageuse la coupe bisannuelle.

» La culture est très-soignée, et on ne trouve dans les colonies, ni des champs mieux cultivées, ni des cannes plus belles.

» Quant à leur richesse, on peut obtenir jusqu'à 77 pour 100 de vésou, de la densité de 10, 11 et 11,5 degrés de l'aréomètre de Baumé, sous la température de 17 à 20 degrés centésimaux.

» Les procédés de fabrication sont très-défectueux et semblables aux anciens procédés des colonies. Mais on exprime beaucoup mieux la canne, et même on a introduit des presses hydrauliques de la puissance de 500 000 kilogrammes qu'on emploie après l'action des moulins en fonte.

» Le produit moyen des cannes fabriquées dans les sucreries espagnoles est de 10 à 12 pour 100 en matières sucrées, qui se composent de $\frac{2}{5}$ de sucre blanc et brun, et $\frac{3}{5}$ de mélasse.

» La fabrication actuelle donne donc près de 2 millions de kilogrammes de produits sucrés, dont 400 000 kilogrammes de sucre blanc, 400 000 kilogrammes de sucre brun et le reste en mélasse.

» On va s'occuper d'étendre la culture et d'améliorer la fabrication; alors on pourra obtenir de la seule côte de l'Andalousie, sans y comprendre celle de Valence, les 25 millions de kilogrammes de sucre que consomme maintenant l'Espagne. »

M. **Amussat** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. Breschet.

M. **Jobert**, de Lamballe, adresse une semblable demande.

Les deux Lettres sont renvoyées à la Section de Médecine qui doit présenter, dans la prochaine séance, une liste de candidats.

ZOOLOGIE. — *Remarques sur l'organisation des Lucines; présentées à l'occasion d'un Mémoire lu par* M. Valenciennes *dans la séance du* 9 *juin* 1845. (Lettre de M. **Deshayes.**)

« Dans une des dernières séances de l'Académie, M. Valenciennes a annoncé comme nouveau un fait intéressant sur l'organisation de deux genres de Mollusques lamellibranches : les Lucines et les Corbeilles. Par une exception singulière, au lieu des quatre feuillets branchiaux qui existent dans tous les autres Mollusques acéphalés, il n'y en a que deux dans les animaux des genres en question : c'est là le fait rapporté comme nouveau par M. Valenciennes. Je viens revendiquer en faveur de Poli la priorité en ce qui concerne le genre Lucine. En effet, dès 1791, le savant napolitain, dans le tome I de son grand ouvrage des *Mollusques des Deux-Siciles*, décrivait et figurait une véritable Lucine (*Lucina lactea*, Lam., *Tellina lactea*, Lin.), sous le nom de *Loripes*. A la page 47 de la description des Bivalves, Poli, dans les caractères de l'espèce, signale celui des branchies, en disant : *Branchiis unilobis*. Dans la description anatomique qui suit, il dit encore : *Branchiæ subtetragonæ, amplissimæ, satis crassæ, unilobæ*. Ce mot *unilobæ*, employé par Poli, est mis en opposition avec celui de *bilobæ* qu'il applique à ceux des Mollusques qui ont deux feuillets branchiaux de chaque côté.

» J'ai eu plusieurs fois occasion d'examiner l'animal de deux espèces de Lucines qui vivent dans la Méditerranée, et je me suis convaincu qu'il existe dans ces animaux deux feuillets branchiaux de chaque côté, sous l'apparence d'un seul. Pour s'en assurer, il faut détacher du corps de l'animal ses muscles adducteurs et son manteau, en prenant soin de laisser les branchies dans leur position normale. Lorsqu'elles sont ainsi dégagées, on les abaisse et l'on s'aperçoit aussitôt que les deux feuillets dont elles sont composées sont inégaux à la base; le feuillet interne est le plus court: en saisissant son bord avec quelque précaution et le soulevant doucement, on détache facilement ce feuillet de son congénère, sur lequel il est appliqué, et l'on parvient ainsi à les séparer jusqu'au bord supérieur, qui est la seule partie par laquelle ils sont réellement adhérents. Comme je le disais, ce dédoublement de la branchie se fait sans déchirure, et l'on s'aperçoit que la faible adhésion qui en réunit les deux parties résulte de la juxtaposition des lamelles garnissant leur surface, les plus saillantes venant s'interposer dans les interstices étroits des lamelles du feuillet opposé. On peut aussi opérer le dédoublement de la branchie par un autre procédé qui démontre mieux encore l'existence de deux feuillets branchiaux de chaque côté; il suffit de briser l'adhérence du

bord supérieur et de séparer les branchies jusqu'à la base, et dès lors elles se présentent dans une disposition conforme à celle des autres Lamellibranches.

» Les faits que je signale à l'attention de l'Académie ne sont pas sans intérêt pour la classification. Si, dans la réalité, il n'existait qu'une seule branchie de chaque côté dans les Lucines et les Corbeilles, il faudrait constituer, non pas seulement une famille, mais un ordre tout à fait à part dans la classe des Acéphalés, pour faire ressortir, dans la classification, l'importance de modifications aussi considérables dans l'organe de la respiration. Au contraire, en ramenant, comme je viens de le faire, les organes de la respiration chez ces animaux à la règle générale, ils peuvent rester sans difficulté dans la classification naturelle, là où les fixe l'ensemble de leurs caractères; bien plus, je ne croirais pas rompre les rapports naturels, en comprenant dans la famille où se trouveraient les Lucines et les Corbeilles, d'autres genres qui, avec deux feuillets branchiaux de chaque côté, présenteraient tous les autres caractères propres à déterminer un groupe naturel. Je n'hésiterais donc pas à comprendre dans la famille des Lucines le genre Onguline, ainsi que celui des Cyranelles, quoique dans l'un et l'autre de ces genres, les quatre feuillets branchiaux soient nettement séparés. »

Après cette communication, M. **Valenciennes** répond :

« Je connaissais, comme M. Deshayes, le passage de Poli; mais je crois que le célèbre anatomiste napolitain n'a pas mis en évidence, comme je l'ai fait, l'existence d'une seule et unique branchie de chaque côté du corps, dans un certain nombre d'Acéphales lamellibranches.

» Je reviendrai, peut-être, sur ce sujet, quand j'aurai lu de nouveau et avec moins de rapidité la Lettre de M. Deshayes. »

PHYSIQUE. — *Lettre de* M. **Palmieri** *à* M. Arago, *touchant une réclamation de* M. Linari, *contre un Rapport de* M. Melloni *relatif aux recherches de ces deux physiciens.*

« J'ai lu dans le *Compte rendu*, tome XX, page 900, l'extrait d'une Note de M. Linari par laquelle ce physicien annonce avoir obtenu, dans le mois de novembre 1844, l'étincelle *d'induction d'induction*, ou d'extra-courant avec l'appareil de Clarke. Je ne me serais pas donné la peine de réclamer la priorité d'une découverte si peu importante, si, dans le mois de septembre de la même année, je n'avais lu à l'Académie des Sciences de Naples un Mémoire où j'exposais les lois de l'extra-courant appliquées à l'appareil de

Clarke et à la batterie magnéto-électro-tellurique, et si je n'avais obtenu à la suite de ces recherches des résultats qui me semblent assez curieux.

» Le Mémoire dont je veux parler fut inséré dans le n° 17 du *Rendi conto* de l'Académie des Sciences de Naples. Quiconque voudra se donner la peine de le parcourir y trouvera nettement exprimé : 1° en quelles circonstances l'extra-courant, dans les appareils magnéto-électriques, peut produire une augmentation dans la force de l'étincelle ou de la secousse; 2° en quelles circonstances la seule augmentation de l'un des phénomènes est au détriment de l'autre; 3° et finalement dans quelles circonstances il y a disparition de tous les deux.

» Je fis également usage de spirales avec le fer et sans le fer, et je parvins à déduire quelques-uns des principes généraux qui semblent dominer ce genre de faits. Il est possible que M. Linari, se rappelant seulement quelque expérience isolée, vue chez moi lorsque nous travaillions ensemble, se soit imaginé l'avoir trouvée lui-même; car il est évident que, s'il avait des droits réels, il aurait réclamé bien avant contre mon Mémoire du mois de septembre 1844.

» Enfin, M. Linari accuse M. Melloni d'avoir voulu m'attribuer en partie une découverte que M. Linari prétend n'appartenir qu'à lui seul. Je ne comprends pas le moins du monde ce que veut dire cette singulière réclamation du physicien de Sienne, et j'espère que M. Melloni voudra bien avoir la bonté de se joindre à moi pour demander sur ce sujet des explications à M. Linari. »

PHYSIQUE. — *Remarques à l'occasion d'une réclamation de* M. Linari, *dont il a été fait mention dans le* Compte rendu *du mois de mars* 1845. (Extrait d'une Lettre de M. **Melloni** à M. *Arago*.)

« Je ne sais pas précisément de quelle communication entend parler M. Linari; mais, comme je ne m'étais occupé de ses recherches et de celles de M. Palmieri que deux fois seulement, lorsqu'il écrivait à l'Académie, sa réclamation doit nécessairement se rapporter à l'un ou à l'autre des Rapports que l'Académie royale de Naples me chargea de lui faire à l'occasion des recherches susdites. Or, un simple coup d'œil jeté sur mes deux Rapports suffit pour montrer que M. Linari réclame à tort contre moi (1). En effet, la Com-

---

(1) Les extraits de ces Rapports ont été communiqués à l'Académie et insérés dans ses *Comptes rendus,* tome XVI, page 1442, et tome XVIII, page 762.

mission dont j'étais le rapporteur n'a cité aucun des travaux qui ont précédé ces deux communications de MM. Palmieri et Linari, car *elle était uniquement chargée de constater les faits nouveaux annoncés dans leurs Notes, savoir : la décomposition de l'eau, la secousse et l'étincelle électrique obtenues au moyen des courants d'induction terrestre;* et, comme ces trois expériences avaient été présentées aux noms réunis de MM. Linari et Palmieri, *la Commission devait, en toute justice, partager également entre les deux auteurs le mérite quelconque qui pouvait résulter de ces nouvelles observations.* Quelle est donc la DÉCOUVERTE que M. Linari *réclame exclusivement pour lui,* et que j'aurais eu, en conséquence, le plus grand tort *d'attribuer en partie* à M. Palmieri? J'ai beau relire attentivement mes deux écrits, je ne trouve pas un seul mot qui puisse justifier l'étrange réclamation de M. Linari.

» Au reste, M. Palmieri ayant présenté dernièrement à l'Académie royale de Naples des expériences analogues à celles qu'il avait déjà faites en compagnie de M. Linari, et d'autres réclamations s'étant élevées ici sur des priorités de *découvertes* et d'*inventions,* qui n'ont pas plus de fondement, selon moi, que celle de M. Linari, j'ai cru convenable de résumer en quelques mots l'histoire des courants d'induction terrestre, dans le Rapport que je viens de lire à l'Académie royale de Naples (séance du 3 juin 1845) sur les derniers travaux de M. Palmieri. J'ai l'honneur de vous adresser une traduction de cet essai historique, en vous priant de vouloir bien le communiquer aux personnes qui prennent intérêt à ces sortes de questions (1). »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Remarques relatives à un Mémoire récent de* M. Pouillet *sur des appareils destinés à mesurer la vitesse des projectiles.* (Lettre de M. **Jacobi** à M. *Arago.*)

« Un article du *Compte rendu,* tome XIX, page 1384, me donne lieu à une réclamation que je vous prie de vouloir bien présenter à l'Académie. Cette réclamation a trait au moyen qu'a employé M. Pouillet pour connaître l'effet qu'exerce sur l'aiguille aimantée un courant galvanique de très-petite durée. Dans la séance de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg du 31 janvier 1838 (voir *Bulletin scientifique,* t. III, p. 333), M. le Secrétaire perpétuel présenta à l'Académie une Lettre que je lui avais adressée et dans laquelle j'avais décrit mes expériences, faites à Dorpat l'an 1836 ou 1837,

(1) La traduction de ce Rapport, trop longue pour trouver place ici, paraîtra dans les *Annales de Chimie et de Physique.*

pour connaître la limite de la vitesse avec laquelle l'électricité se développe dans les conducteurs. Le moyen dont je m'étais servi alors pour obtenir un courant dont la durée ne fût que de $\frac{1}{9000}$ de seconde était le même, à quelques différences de construction près, que celui que M. Pouillet a employé récemment. N'ayant pas eu alors à ma disposition un galvanomètre assez sensible, et ayant calculé qu'un courant faible et de petite durée pourrait bien traverser le fil conducteur sans que le mouvement imprimé à l'aiguille fût appréciable, je me suis contenté de l'apparition de l'étincelle pour constater l'existence du courant. Le résultat de mes expériences fut que la vitesse de l'électricité voltaïque n'est pas moindre de 1 260 000 pieds par seconde. Néanmoins, la limite de cette vitesse n'a pas encore été atteinte par mes expériences.

» Il y a environ deux ans que je me suis servi, pour des essais télégraphiques, d'un appareil d'une construction particulière, que j'appelle télégraphe acoustique à cause du son continu qui s'y produit par des courants interrompus jusqu'à cent cinquante à deux cents fois par seconde. Ce télégraphe transmettant ce son à une distance de 25 kilomètres ou à travers un circuit d'à peu près 50 kilomètres (50 verstes), on peut conclure, conformément aux vues adoptées généralement, que la vitesse de l'électricité n'est pas moins de 7 500 ou 10 000 kilomètres par seconde, ou, si l'on veut, de 20 000 kilomètres, vu que le courant se forme et disparaît deux cents fois par seconde, comme je l'ai annoncé dans un discours public tenu au commencement de l'année dernière et imprimé dans le *Recueil des actes de l'Académie.* Ce dernier mode d'expérimentation pourra servir en même temps pour décider cette question : la limite de la vitesse dépend-elle de la longueur absolue du conducteur ou seulement de sa résistance ?

» Pour éviter tout malentendu, j'ajoute que ma réclamation ne se rapporte aucunement à l'application que M. Pouillet propose de faire du galvanomètre considéré comme pendule balistique, pour mesurer des intervalles de temps extrêmement courts, etc. Je ne puis m'empêcher de faire remarquer que cette proposition, quelque spirituelle qu'elle soit, ne pourra pas lutter avantageusement avec l'ingénieux appareil électrobalistique de notre savant officier d'artillerie M. Constantinoff. »

M. **Arago** fait remarquer que la dernière phrase de la Lettre de M. Jacobi, confirme parfaitement ce que M. Breguet avait dit de ses rapports avec M. le capitaine Constantinoff. Toute discussion de priorité sur l'idée première de l'appareil destiné à mesurer la vitesse des projectiles, ne pourra donc plus avoir lieu désormais qu'entre M. le capitaine russe et M. Wheatstone.

PHOTOGRAPHIE. — *Note sur le daguerréotype panoramique; par* M. MARTENS.

« Ce qui caractérise le nouveau perfectionnement apporté au daguerréotype, c'est qu'il permet de faire, avec un objectif très-médiocre pour les dimensions et la qualité, des épreuves d'une grande étendue longitudinale et d'une netteté exquise. Ainsi, avec un objectif d'une bonté ordinaire, on obtient des vues de 38 centimètres de long sur 12 de large, parfaitement nettes sur toute cette surface et embrassant un angle visuel de plus de 150 degrés.

» Le procédé par lequel on arrive à ce résultat consiste essentiellement :

» 1°. Dans un mouvement horizontal donné à l'objectif et qui lui fait parcourir successivement tous les points de l'horizon;

» 2°. Dans la courbure cylindrique que la feuille de plaqué est forcée de prendre au moyen d'arrêts que l'on dispose à volonté : on amène ainsi les foyers des objets les plus inégalement distants à la surface de la plaque métallique;

» 3°. La netteté remarquable des épreuves est due, en outre, à une fente étroite verticale, ménagée au fond d'une espèce de boîte qui suit l'objectif dans son mouvement. Cette fente, qui joue le rôle d'un diaphragme que l'on placerait en arrière, ne laisse agir sur la couche sensible que les rayons centraux, c'est-à-dire ceux qui n'ont aucune aberration appréciable.

» Il est essentiel que la position de l'axe de rotation de l'objectif soit déterminée avec une exactitude parfaite. Sans cela, les images des objets vers lesquels l'appareil se dirige successivement, avant de s'éteindre et de faire place à celles qui leur succèdent, se meuvent sur le verre dépoli et par conséquent aussi sur la plaque. Toute netteté est alors impossible.

» On obtient la position convenable de l'axe par rapport à l'objectif en enfonçant plus ou moins le tube qui porte celui-ci, jusqu'à ce que la condition d'immobilité des images soit parfaitement remplie. »

Cette communication était accompagnée de vues remarquablement nettes, exécutées dans les ateliers de M. Lerebours.

MÉTÉOROLOGIE. — M. ARAGO donne, d'après une Lettre qui lui a été adressée par M. *Walckenaer*, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, quelques détails sur un météore lumineux observé à Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise), dans la soirée du 13 juin.

Ce météore s'est montré à 10 heures et demie du soir et a traversé le ciel du nord-nord-est au sud-sud-est. Il brillait d'une lumière rouge qui a pris une

teinte pourprée lorsque, vers la fin de sa course, il est arrivé dans une région du ciel où se trouvaient des nuages qui ne le dérobaient pas cependant complétement à la vue. A ce moment, sa forme était orbiculaire, et son diamètre apparent semblait plus grand que celui de la lune; dans la première partie de son trajet il donnait plutôt l'idée d'un corps cylindrique et semblait moins volumineux. Le temps pendant lequel il est demeuré visible n'a pas été exactement mesuré, mais a semblé plus long que ne l'est d'ordinaire celui des grands météores ignés.

M. Walckenaer, dans la même Lettre, rappelle l'observation qu'il avait faite à Villeneuve-Saint-Georges, au mois de juin 1843, d'un cas de foudre en globe.

GÉOGRAPHIE. — M. Acosta, agent diplomatique et commercial de la république de Bolivia, adresse une Note sur une entreprise qui va se faire, aux frais de cet État, et en exécution d'un article de la constitution donnée en 1843 par le général *Ballivian*, son président actuel, pour l'*exploration du fleuve des Amazones*, dans le but de rendre navigable la partie supérieure de cet immense cours d'eau.

« D'après les renseignements que l'on possède actuellement sur les affluents principaux du fleuve, les obstacles qui s'opposent à la libre circulation des bâtiments ne paraissent, dit M. Acosta, rien moins qu'insurmontables. Quant à la partie inférieure, elle est, de même que la partie moyenne, complétement libre, et l'on peut naviguer, comme en plein Océan, depuis l'embouchure des Amazones jusqu'à 200 myriamètres dans les terres. C'est sur le Rio-Madeiras, dans une étendue de 24 myriamètres seulement, que se trouvent placées ces barrières naturelles aux cours des eaux : on en compte dix-sept; au-dessus et au-dessous de chacune d'elles, la navigation est régulière et facile. Les masses rocheuses qui les forment n'opposent d'obstacles sérieux au parcours libre que dans trois points : ailleurs les inégalités du lit de la rivière ne font que troubler le cours des eaux; elles coulent en larges nappes à travers des blocs de rochers sous forme de lames rapides, et l'Indien qui ne peut, à force de rames, en vaincre le cours, aborde le rivage et traîne sa pirogue par terre jusqu'au-dessus de l'obstacle.

» Ces *cacheiras*, comme on les appelle dans le pays, sont la continuation évidente du pied des Sierras de Matto-Grosso qui s'élèvent à l'orient de la rivière; et tandis que de ce côté son cours est limité par le flanc des montagnes, c'est à peine si, sur la rive opposée, on distingue les inégalités qui marquent

la naissance des monts, et l'œil ne découvre que l'horizon immense des plaines les plus étendues.

» Il ne s'agirait donc que d'établir de ce côté un système d'écluses ou de petits canaux latéraux pour tourner chacune des difficultés dont on ne pourrait faire justice par un travail plus facile; mais, à supposer que cette entreprise nécessitât des efforts au-dessus de mes prévisions, y a-t-il encore là rien de comparable à la section de la chaîne rocheuse des Andes à travers Panama, entreprise digne des Titans? Voilà quel est le projet de mon gouvernement; une fois accompli, nous ne sommes plus distants de l'Europe que de 880 myriamètres. La voie est droite, tandis que le trajet détourné par le cap Horn comporte 1 600 myriamètres, sans compter les bordées que sont obligés de courir les vaisseaux pour saisir le vent en pleine mer. De ce simple fait, ressort l'importance de notre tentative. Pour l'accomplir, une flotte composée de cinq bâtiments à vapeur, variés en force depuis 6 jusqu'à 130 chevaux, est à l'ancre dans le port de Glascow, et attend avec impatience le signal du départ; déjà j'ai envoyé en Bolivie plusieurs ingénieurs français et un enseigne de vaisseau qui était attaché à l'amiral Du Petit-Thouars; à leur arrivée, et après avoir pris les instructions nécessaires, ils doivent descendre le Rio-Beni, étudier son cours, et venir à notre rencontre jusqu'aux cataractes; et là, nous aviserons ensemble aux moyens de tourner les difficultés du passage; nous nous livrerons à cet examen sévère qui est le préliminaire indispensable de tout travail sérieux. »

M. Acosta, en terminant sa Note, exprime l'espoir de voir l'Académie seconder, par ses conseils, cette entreprise, qui, bien que tentée dans un but d'utilité commerciale, pourrait rendre de grands services à la science; le gouvernement bolivien serait empressé de faciliter toutes les recherches destinées à étendre les connaissances en géographie, en météorologie, en histoire naturelle, etc.

Conformément à la demande de M. Acosta, l'Académie charge une Commission de rédiger des Instructions à l'usage des membres de l'expédition déjà désignés ou des savants qui pourraient leur être adjoints. Cette Commission se compose de MM. Arago, Roussin, Élie de Beaumont, Isid. Geoffroy, de Gasparin, Richard et Duperrey.

M. Coche adresse une Note sur la *tuyère des locomotives*.

L'auteur pense que l'on pourrait arriver à des résultats utiles en suivant un procédé dans lequel le tirage de la tuyère des locomotives serait déterminé à l'aide d'une portion de vapeur empruntée directement à la chaudière.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète de* M. Colla. (Extrait d'une Lettre de M. Quetelet à M. *Arago*.)

« Je vous envoie nos observations de la comète actuellement visible, avec les premiers éléments approchés, que vient de me remettre M. Houzeau. Ces observations ont pu être faites aux instruments méridiens pendant les nuits des 10, 11 et 12 de ce mois. J'espérais pouvoir y joindre les résultats de cette nuit; mais un orage a éclaté et a rendu les observations impossibles.

» Les passages de la comète à la lunette méridienne ont été observés successivement par MM. Bouvy, Liagre et moi; les déclinaisons ont été prises au cercle mural par M. Houzeau.

1845, temps moyen de Bruxelles.		Ascensions droites observées.	Déclinaisons observées.
Juin...	10j 12h 43m 48s,1	90° 9′ 34″	+45° 14′ 15″
Juin...	11.12.58.17,2	95. 1.36	44.42.25
Juin...	12.13.13.11,1	99.29.47	43.56.11

» Les éléments approximatifs sont :

Époque du passage au périhélie, 1845, juin. . .	4j,83691
Longitude du périhélie.	262° 35′ 45″
Longitude du nœud ascendant.	335.36.20
Inclinaison.	48.25.23
Distance périhélie.	0,389705
Sens du mouvement.	Rétrograde.

ASTRONOMIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. Schumacher *à* M. Arago, *concernant le même astre.*

« Cette comète a un noyau bien défini et elle supporte fort bien l'illumination dans le champ du cercle méridien. Malheureusement, mon observatoire n'a pas l'horizon libre du côté du nord, et je suis obligé de laisser les observations au méridien à M. Rümker. M. Rümker l'a observée le 9 au méridien dans la culmination inférieure.

Juin 9. 12h 26m 44s,7 t. m. d'Hamb. Asc. dr. 84° 52′ 57″,04. Déclin. boréale, 45° 28′ 10″,1.

» M. Petersen l'a observée la nuit passée au micromètre circulaire, mais les observations ne sont pas encore réduites. Voilà pour le moment un à peu près, sauf à vous envoyer l'observation réduite.

Juin 10. 13h 35m t. m. d'Altona. Asc. dr. 90° 8′,7. Déclin. boréale, 45° 10′,5.

» M. Encke m'a envoyé

Temps moyen de Berlin.				
Juin 7.	10h 4m42s,5	Asc. dr. 4h 54m5s,42.	Décl. + 44°46′45″,6	Moy. de 5 compar. avec une étoile de Bessel.
	11.21. 2,0	4.55.14,55	44.48.52,5	Moy. de 5 compar. avec une étoile de Bessel.
	11.50.56,9	4.55.42,14	44.49.46,5	Cercle méridien.

ASTRONOMIE. — *Observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Modène, par* M. **Bianchi**, *et communiquées par* M. **Colla**.

1845.	Temps moyen de Modène.	Ascens. dr. appar. de la comète.	Décl. bor. app. de la comète.
6 juin....	14h24m31s,5	69° 5′ 10″,8	44° 5′ 8″,4
7 juin....	14.56. 9,2	74.33.56,8	44.51.34,4
8 juin....	9.19.34,3	78.36.12,9	46.20.56,4

PHYSIQUE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Wartmann**, *concernant la recherche des interférences électriques.*

« ... Je saisis cette occasion pour vous prier de communiquer à l'Académie le résultat suivant, qui peut ne pas être sans quelque importance pour la théorie de l'électricité. J'ai cherché directement si cet agent impondérable a la propriété de présenter des phénomènes d'interférence analogues à ceux du son, de la lumière et du calorique. Dans ce but j'ai employé trois méthodes distinctes : celle des *courants induits* dans un fil placé symétriquement entre deux fils semblables à travers lesquels on lance en même temps des courants inégaux de même sens ou de sens contraire ; celle des *courants directs et continus* obligés de parcourir simultanément un même fil et qu'on fait varier par degrés infiniment petits depuis l'égalité jusqu'à une inégalité extrême ; enfin, celle des *dérivations* exercées de trois manières diverses sur un même courant constant. Elles ont toutes conduit à reconnaître *qu'il n'y a pas d'interférences produites, même dans les circonstances les plus favorables.* J'ai répété quelques-unes de mes expériences devant la Société des sciences naturelles de Lausanne, assemblée le 19 mars dernier, et j'ai aussi communiqué à la Société de physique de Genève, dans sa séance du 17 avril, mon Mémoire qui ne tardera pas à paraître dans les *Archives de l'Électricité.* »

PHYSIQUE. — M. **Artur** envoie une seconde copie d'une Note qu'il avait adressée pour l'avant-dernière séance, et qui n'était pas parvenue à temps à sa destination.

Cette Note contient les résultats des expériences faites par l'auteur, dans le but de comparer les effets que le *rayonnement d'un corps solide* produit sur le cylindre d'un thermomètre, en se plaçant dans diverses circonstances :

1°. Lorsque le rayonnement du corps chaud placé dans l'atmosphère n'a que l'air à traverser pour échauffer le cylindre du thermomètre;

2°. Lorsque le rayonnement doit se faire à travers un liquide, l'eau;

3°. Lorsque ce rayonnement doit se réfléchir sur l'eau.

M. Artur varie ainsi les circonstances de l'expérience, afin d'en déduire des conséquences utiles, relativement aux phénomènes que présentent les liquides froids au contact des solides chauds.

CHIMIE AGRICOLE. — MM. Fleury et Lalesque adressent divers spécimens d'une substance végéto-minérale, connue dans les départements de la Gironde et des Landes sous la dénomination d'*Alios*, substance qui forme le sous-sol de toute la partie occidentale de ces deux départements.

Jusqu'à présent, l'alios avait été considéré comme un sable siliceux uni par un ciment à base de fer, et on lui attribuait la stérilité des terrains qui le recèlent. Les recherches qu'ont entreprises MM. Fleury et Lalesque tendent à y faire voir un composé de silice et d'une substance qui a tous les caractères de l'ulmine, moins sa solubilité dans l'alcool.

Dans la Lettre qui accompagne cet envoi, les auteurs annoncent l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie un travail étendu sur l'alios, considéré sous les rapports de la géologie, de l'économie rurale et de l'hygiène publique.

M. Pillot, en transmettant un *échantillon de pyrite qui offre l'empreinte d'une portion de test d'un Echinoderme* de l'*Ananchites ovata,* Lam., présente quelques considérations sur les données que peut fournir une pareille pièce, tant au point de vue géologique qu'au point de vue paléontologique.

M. Delezenne soumet au jugement de l'Académie une Note sur un instrument nouveau, qu'il nomme *cerceau électrique*. Cette Note n'étant pas suffisamment développée pour que le jeu de l'appareil soit bien compris, on attendra, avant de la renvoyer à l'examen d'une Commission, que l'auteur ait donné de plus amples renseignements.

M. Bald présente une Note écrite en anglais sur les travaux exécutés dans les six dernières années pour l'*amélioration de la navigation dans la rivière de la Clyde.*

M. **Delarue** envoie, de Dijon, le tableau des *observations météorologiques* faites dans cette ville, pendant le mois de mai 1845.

M. **Chodruc de Crazannes** transmet un numéro du journal qui se publie à Castel-Sarrasin (Tarn-et-Garonne), numéro qui contient un extrait des délibérations du Conseil municipal de Beaumont, relativement à un monument qui doit être élevé, par souscription, à la mémoire de *Fermat*. L'Académie des Sciences est invitée à s'associer à l'hommage que s'apprêtent à rendre à l'illustre mathématicien les habitants de Beaumont, sa ville natale.

M. **Espiard de Colonge**, attaché à la légation de France en Bavière, fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de publier à Munich, sur un *moyen de transporter, avec une vitesse de cent lieues à l'heure, les corps qui ne dépassent pas un certain poids, et en particulier les lettres.* (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

MM. **Bernard** et **Barreswil** déposent un *paquet cacheté.*

COMITÉ SECRET.

M. **Magendie** propose, au nom de la Section de Médecine et de Chirurgie, de déclarer qu'il y a lieu de procéder à la nomination d'un nouveau membre pour la place vacante dans cette Section, par suite du décès de M. *Breschet.*

L'Académie, consultée par voie de scrutin sur cette question, se prononce pour l'affirmative.

En conséquence, dans la prochaine séance, la Section présentera une liste de candidats. MM. les membres en seront prévenus par billets à domicile.

La séance est levée à 5 heures et demie. A.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Note sur un moyen de faciliter les expériences de polarisation rotatoire; par* M. **Soleil** (1).

(Commission nommée pour une précédente communication de l'auteur.)

« Les expériences de polarisation rotatoire offrent certaines difficultés,

(1) La Note de M. Soleil appartenait à la Correspondance de la séance du 9 juin 1845. Une circonstance dont il serait inutile de faire mention ici, ne me permit pas d'insérer cet article dans le n° 23 du *Compte rendu.* (A.)

inhérentes aux moyens d'observation, et auxquelles on ne parvient pas toujours à se soustraire, soit parce que l'on ne possède pas cette dextérité et cette habitude qui ne s'acquièrent que par un long exercice, soit à raison de l'impossibilité où l'on se trouve de réaliser toutes les précautions voulues pour donner aux résultats l'exactitude que comporte aujourd'hui ce genre de recherches.

» On sait que la position du plan de polarisation se détermine en observant celle du prisme analyseur à laquelle répond le minimum d'intensité de l'image extraordinaire. Mais, comme il n'est rien moins que facile d'obtenir une image simple parfaitement homogène, on n'arrive jamais à une extinction rigoureusement complète.

» Dans ses belles recherches sur la rotation du quartz, M. Biot a employé un verre coloré, qui ne laisse passer que les rayons rouges extrêmes du spectre. Or, il importe de remarquer, d'une part, que le moment de l'extinction de l'image extraordinaire n'est pas instantané, ou, si l'on veut, que la disparition de cette image persiste dans une certaine étendue d'arc, et, de l'autre, que l'étendue de cet arc est puissamment influencée par les variations d'intensité de la lumière atmosphérique incidente. M. Biot, qui a signalé ces causes d'incertitude, a noté que l'amplitude totale des limites absolues de disparition et de réapparition de l'image pouvait varier de 4 à 30 degrés. Cette variabilité ne peut manquer d'être aussi subordonnée à la sensibilité de l'œil de chaque observateur en particulier. De là, l'importance des préceptes donnés par le savant physicien dont nous venons de parler. On devra, d'après lui, se soustraire complétement à l'accès de toute lumière autre que celle qui traverse les appareils. De plus, on fixera le zéro de l'instrument en déterminant, par des essais répétés quinze ou vingt fois, les limites de visibilité de l'image extraordinaire. La moyenne de tous ces essais donnera la vraie position du zéro, à une petite fraction près. Il est vrai de dire que cette fixation une fois faite n'a plus besoin que d'être vérifiée de temps à autre. Mais, pour les déviations, on appliquera le même mode de détermination à chaque mesure en particulier, et M. Biot conseille de recommencer les essais jusqu'à vingt et même trente fois, suivant le besoin.

» Comme à chaque essai on doit rendre la lumière pour lire sur le cercle divisé le point où l'on s'est arrêté, l'œil de l'observateur passe par des alternatives de lumière et d'obscurité, qui, pour quelques personnes, ne laissent pas de causer de la fatigue.

» M. Biot, afin de rendre les recherches moins longues et moins pénibles, a indiqué pour l'étude des liquides doués du pouvoir rotatoire, les propriétés

précieuses dont jouit la teinte d'un bleu violet qui, par le moindre déplacement du prisme analyseur, passe rapidement au rouge sombre ou au bleu pur. De là, le nom de *teinte de passage* qui lui a été assigné. L'observation de cette teinte permet de se borner à un seul essai, et telle en est la sensibilité, que M. Biot s'en est servi pour mesurer la rotation dans des liquides qui semblaient inactifs quand on avait recours à l'emploi du verre rouge. Malheureusement, il n'est plus possible de s'en servir quand l'amplitude des déviations excède notablement une demi-circonférence; les caractères en deviennent moins précis. De plus, si les liquides sur lesquels on opère sont colorés, cette teinte de passage est altérée dans sa nuance et ne guide plus l'observateur d'une manière aussi sûre. Enfin, les divers expérimentateurs ne l'arrêtent pas toujours au même point : pour les uns, elle se montre tirant sur le bleu , et pour les autres, vers le rouge.

» Sans doute, et les belles expériences de M. Biot le prouvent, on peut, malgré ces causes d'incertitude, arriver à des résultats d'une grande précision. Néanmoins, il m'a semblé utile de soumettre au jugement de l'Académie un procédé plus simple, à l'aide duquel on peut prendre du premier coup le zéro d'un appareil de polarisation et mesurer les déviations opérées par le quartz ou les liquides, même quand ils sont colorés, sans qu'il soit même nécessaire de se placer dans l'obscurité.

» Ce procédé consiste à interposer sur le trajet du rayon polarisé un système composé de deux plaques d'égale épaisseur de quartz perpendiculaire, accolées l'une à côté de l'autre. L'une de ces plaques est *lévogyre*, et l'autre, *dextrogyre*.

» Elles offrent la même nuance quand le plan de la section principale du prisme biréfringent coïncide avec celui d'incidence. Mais, pour peu qu'on s'écarte de cette coïncidence dans un sens ou dans l'autre, cette similitude de coloration n'a plus lieu. Si la rotation de l'analyseur s'est faite vers la droite, la plaque dextrogyre monte vers une couleur d'un ordre supérieur, tandis que la plaque lévogyre descend : le mouvement étant égal de part et d'autre, mais en sens inverse, il en résulte que la différence est double.

» Maintenant, pour étudier la rotation des corps solides ou liquides, on les interpose entre la plaque composée et l'analyseur. A l'aide de ce procédé, j'ai pu facilement apprécier l'effet de lames de quartz assez minces pour être aussi flexibles que du mica.

» Comme il s'agit ici de rétablir, par le mouvement de l'analyseur, l'identité de teinte entre deux lames juxtaposées et que l'on observe simultanément, on comprend bien que la sensibilité de l'œil de l'observateur, l'inten-

sité de la lumière incidente et la coloration du corps solide ou liquide dont on étudie le pouvoir rotatoire; soient tout à fait sans influence sur le résultat.

» J'ai vérifié ces propositions en soumettant mon appareil à l'examen d'un grand nombre de personnes, en opérant dans les conditions les plus variées d'éclairement, et, enfin, en interposant des verres colorés.

» Dans une prochaine communication, je présenterai à l'Académie un procédé fondé sur la compensation des lames de rotation contraire, à l'aide duquel on peut étudier les plaques de quartz d'une épaisseur quelconque en les ramenant toujours à donner des teintes du premier ordre. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 24; in-4°.

Traité de Minéralogie; par M. DUFRÉNOY; tome II; in-8°; et tome IV, 1re partie; atlas in-8°.

Rapport et Mémoire sur le nouveau système d'Écluse à flotteur de M. D. GIRARD; *par* M. PONCELET, avec une planche gravée; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, nos 17 et 18; 15 et 30 juin 1845; in-8°.

Mémorial de l'Artillerie, ou Recueil de Mémoires, expériences, observations et procédés relatifs au service de l'Artillerie; rédigé par les soins du Comité, avec l'approbation du MINISTRE DE LA GUERRE; n° VI; in-8°, et atlas in-4°.

Entérotomie; par M. AMUSSAT; 1 vol. in-8°.

De l'introduction de l'Air dans les Veines; par le même; 1 vol. in-8°.

Mémoires de Chirurgie; par le même; 1 vol. in-8°.

Maladies de l'Utérus; par le même; 1 vol. in-8°.

Note sur les travaux scientifiques de M. AMUSSAT; brochure in-4°.

Notice analytique des travaux de M. JOBERT (de Lamballe); broch. in-4°.

Notice sur les titres de M. BOURGERY *comme candidat dans la Section de Médecine et Chirurgie de l'Académie des Sciences;* janvier et février 1843, avec une Note additionnelle; in-4°.

Traité de Toxicologie médico-légale et de la falsification des aliments, des bois-

sons et des médicaments ; par M. GALTIER; 1re partie : *Poisons inorganiques ou minéraux ;* 1 vol. in-8°.

Moyen de transporter les Lettres, ou un corps quelconque ne dépassant pas un certain poids, avec une vitesse télégraphique de cent lieues à l'heure; par M. le baron ALFRED DE COLONGE, attaché à la légation de France en Bavière. Munich, 1845; in-8°.

Annales forestières; juin 1845; in-8°.

Atlas général des Phares et Fanaux, à l'usage des navigateurs; par M. COULIER; *publié sous les auspices de* S. A. R. Monseigneur le prince DE JOINVILLE. (*Portugal.*) 4e livraison in-4°.

Nouvelle méthode de traitement employée journellement à l'Hôtel-Dieu d'Orléans, depuis 1826 *jusqu'à ce jour* (*octobre* 1843) *dans les fièvres continues, les fièvres puerpérales, les fièvres éruptives et les péripneumonies qui présentent un caractère typhoïde; par* M. RANQUE; brochure in-8°. (Adressée pour le concours Montyon.)

Encore un mot sur le danger des inhumations précipitées; par M. H. LE GUERN, brochure in-8°.

Priscien, poëme sur les Poids et Mesures, traduit par M. E.-F. CORPET, *et annoté par* MM. E. BARY *et* CORPET; brochure in-8°. (Extrait de la Bibliothèque latine-française de PANCKOUCKE, 2e série.)

Mémoire sur les Filons en général et le rôle qu'ils paraissent avoir joué dans les phénomènes du Métamorphisme; Notes sur les roches d'imbibition, etc.; par M. VIRLET D'AOUST; brochure in-8°.

Association normande. — 13e *Session du Congrès de l'Association normande, tenue à Neufchâtel* (*Seine-Inférieure*); in-4°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; juin 1845; in-8°.

Bulletin des Académies; Revue des Sociétés de médecine française et étrangères; 1re année; n° 9; in-4°.

Traité de Chimie, traduit en arabe par M. PERON; *imprimé au Caire;* 1er et 2e vol.; in-8°.

Traité de Physique, traduit en arabe par M. PERON; *imprimé au Caire;* 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1844; in-8°; avec planches.

Index lectionum in universitate litterarum Caesarea Kasanensi per annum academicum 1844-1845 *instituendarum; jussu viri amplissimi Michaelis Mussimpuschkin.* Kasan, 1844; in-8°.

Medical Times; nos 294, 295, 298 et 300; in-4°.

Reports... *Rapports des directeurs de l'usine à gaz de Philadelphie aux Comités de la ville de Philadelphie.* Philadelphie, 1838; in-8°.

Letter of... *Lettre du Secrétaire de la Trésorerie des États-Unis, relative à un Rapport du surintendant des poids et mesures;* février 1845; in-8°. (28e congrès, 3e session.)

Letter of... *Lettre du Secrétaire de la Trésorerie des Etats-Unis, transmettant le Rapport du surintendant de l'Hydrographie des côtes des États-Unis;* in-8°. (28e congrès, 2e session.) Ces deux articles ont été adressés par M. le professeur BACHE.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 539; in-4°.

Magnetische... *Observations magnétiques et météorologiques faites à Prague; par* M. CH. KREIL; 5e année; janvier à décembre 1844. Prague, 1845; in-4°.

Informe... *Rapport sur la culture de la Canne et la fabrication du Sucre sur les côtes de l'Andalousie; par* M. RAMON DE LA SAGRA. Madrid, 1845; in-8°.

Cenni... *Notice sur les quatre comètes télescopiques qui ont paru au commencement de l'année* 1845; *par* M. ANT. COLLA. Parme, 1845; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 25; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 71 et 72.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUIN 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Note de M. **Biot** *sur le dernier numéro des* Comptes rendus.
(*Séance du* 23 *juin* 1845.)

« Lorsque je rédigeai le Mémoire qui est inséré dans le dernier numéro des *Comptes rendus,* le texte de la Note de M. Soleil, qui termine ce même numéro, n'avait pas encore été porté à la connaissance de l'Académie; et ainsi je ne pouvais que démontrer l'inaptitude du procédé de mensuration proposé par cet artiste, indépendamment des considérations par lesquelles il a voulu le justifier. Aujourd'hui que la Note où il l'expose est imprimée, je puis déclarer que la plupart des principes théoriques, et des méthodes pratiques que cette Note m'attribue, y ont été, involontairement sans doute, présentés sous des points de vue fort inexacts, qui en feraient concevoir des idées très-fausses. C'est ce qu'on peut reconnaître en consultant deux Mémoires insérés aux tomes II et XIII de la Collection de l'Académie, en date des années 1818 et 1832, où ces principes et ces méthodes ont été originairement établis sur le calcul et l'expérience, avec toutes les conditions nécessaires

pour rendre leur emploi sûr et précis (1). Je n'ai fait qu'en résumer les résultats généraux dans les instructions publiées au *Compte rendu* du 7 septembre 1840, me reposant sur la pratique pour faire distinguer, parmi les précautions que j'y recommande, celles qui suffisent aux observations courantes, et celles qui sont indispensables pour rendre le premier établissement de l'appareil rigoureux.

» Comme un grand nombre de ces appareils, qui sont entre les mains des physiciens et des chimistes, ont été construits, sur mes indications, par l'artiste que je viens de nommer, j'ai jugé cette déclaration nécessaire pour qu'on ne pensât point que j'accepte, le moins du monde, les idées qu'il donne de leur usage dans les recherches scientifiques, et pour prévenir les erreurs graves dans lesquelles tomberaient les expérimentateurs qui voudraient opérer comme il le dit. Cela n'ôte rien d'ailleurs à la bonne opinion qu'on doit avoir de son habileté et de son adresse pour l'exécution des instruments qui servent à l'optique expérimentale. Les lois abstraites des phénomènes de déviations sur lesquelles leur mensuration repose, dépendent d'une série de considérations mathématiques et physiques très-délicates. Leur étude exige un ensemble d'antécédents théoriques qu'un artiste, même fort habile, peut n'avoir pas eu l'occasion d'acquérir. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur l'anthropologie de l'Afrique française; par* M. BORY DE SAINT-VINCENT.

« Chargé de rédiger dans la publication de la Commission scientifique d'Algérie un chapitre anthropologique, ce travail eût déjà paru, si les mesures adoptées pour la gravure d'un assez grand nombre de planches qui le doivent compléter n'en retardaient nécessairement la mise au jour. En attendant qu'il soit possible de le livrer à l'impression, je dois, afin de prendre date des faits principaux que je me propose d'y exposer, appeler l'attention de l'Académie sur les trois types humains dont il y sera plus spécialement traité. Ces trois types, que j'ai l'honneur de mettre sous ses yeux, avec la comparaison des variétés provenues chez les Barbaresques des croisements sans nombre opérés entre diverses espèces ou races durant une incommensurable succession de siècles, deviendront les données positives sur lesquelles se basera mon ouvrage.

(1) Les dates mentionnées ici sont celles de la lecture des Mémoires cités. Les volumes où ils sont insérés portent les dates des années 1817 et 1835.

» Le type qui m'occupera d'abord me paraît être l'AUTOCHTHONE, c'est-à-dire, selon l'expression non moins précise que pittoresque d'un texte tenu pour infaillible et sacré, *formé du limon de la terre même*. Les deux autres, provenus, oserai-je m'exprimer ainsi, du limon de terres différentes, pénétrant au cœur du pays à diverses époques dont plusieurs sont demeurées historiques ou peu s'en faut, s'y acclimatèrent successivement, au point qu'on les pourrait supposer avoir également été créés sur place, si dans leur progéniture ne se perpétuaient, constamment indélébiles, des mœurs et des caractères physiques où se reconnaît l'origine exotique.

» Tandis que la lignée des véritables aborigènes demeure partout aussi profondément enracinée au sol qu'y sont les autres espèces des règnes organiques caractéristiques de la même région, celle des deux types étrangers n'y semble vivre qu'en parasite, lorsqu'elle n'y persévère pas dans ce genre d'existence nomade et pastorale qui remonte aux temps dont la Genèse nous a conservé les traditions dans ses tableaux tracés avec une si naïve fidélité en des contrées lointaines, mais dont l'analogie paraît frappante. Une portion de cette lignée des véritables aborigènes s'est groupée, pour ne guère plus s'en éloigner, dans les villes et bourgades qu'elle fonda; l'autre, en se dispersant dans les campagnes où elle préféra les lieux difficiles pour s'y pouvoir mieux défendre, s'y bâtit des habitations solides, planta des arbres, entoura ses champs et ses vergers de fossés, de haies vives et même de murailles : l'esprit de propriété, stable et transmissible autour du berceau de chacun, est ce qui la caractérise surtout. Si la superstition et le fanatisme du Coran ne s'y fussent mêlés, cet esprit de propriété foncière fût devenu la source d'un patriotisme ardent et respectable qui s'est entièrement dénaturé et métamorphosé en une sorte de sauvagerie anarchique.

» A la façon dont on écrivit jusqu'à ce jour sur les populations barbaresques, il devenait indispensable, pour l'anthropologiste qui voulait ne plus demeurer exposé à en juger de travers, de les aller étudier sur les lieux, en s'y mettant en contact avec elles sans leur causer d'ombrage, et surtout en commençant par faire table rase de tout ce qu'on en croyait savoir. Ayant été réduit, avant de les avoir connues par moi-même, à n'en juger que par ce qu'on en pouvait lire, je dois, avant de passer outre, avouer humblement m'être complétement égaré sur presque tout ce qui les concerne, lorsque je publiai mon *Essai zoologique sur l'homme*. La présente communication servira donc d'*errata* à la presque totalité de ce que j'en avais dit alors. Je n'eusse, par exemple, pas imprimé qu'il y avait identité chez l'universalité des hommes à cheveux lisses de l'Afrique septentrionale, si, avant d'en traiter, j'eusse été à

portée de voir de mes propres yeux, des Maures, des Kabyles et des Arabes.

» Quiconque ne remonterait qu'aux sources où il m'avait été donné de puiser, ne pourrait que retomber dans les erreurs où j'avais été entraîné; il est conséquemment à propos de prévenir les savants consciencieux, qu'ils doivent tenir pour suspects les renseignements provenant de tous correspondants qui, peu versés dans l'étude de l'homme considéré sous le point de vue zoologique, qualifient de races les Juifs, les Turcs, et ces hordes ou tribus, établies ou errantes depuis les Syrthes jusqu'à l'Océan, sous quelque nom presque impossible à prononcer qu'ils leur donnent, en affichant la prétention d'entendre l'arabe et autres langues du désert.

» On ne doit pas non plus accorder trop d'importance à ces crânes et autres débris ostéologiques, par l'envoi desquels certains voyageurs finiraient par métamorphoser nos musées en de véritables charniers, de tels ossements, donnés comme ayant appartenu à des individus d'espèces ou de races constatées, venant pour l'ordinaire de cimetières communs où des indigènes de toute sorte, ainsi que des étrangers de tous les pays, peuvent être confusément inhumés. On ne songe communément pas assez qu'en fait d'anthropologie, des témoignages de ce genre n'ont de valeur réelle que par l'authenticité, et c'est précisément cette authenticité qui donne beaucoup d'importance aux têtes que je vous présente. Celles-ci ont été choisies entre un grand nombre des mieux caractérisées, tranchées presqu'en ma présence, et soigneusement dessinées peu d'instants après la décollation. Les squelettes, que je n'ai pour ainsi dire pas perdus de vue pendant la préparation, sont bien ceux des figures représentées, et la convenance qu'on reconnaîtra entre les profils ne permettrait pas la moindre incertitude sur les identités quand je ne les garantirais pas. Les couleurs sont bien saisies dans le Kabyle et dans l'Arabe: la teinte de l'Éthyopien s'était sensiblement affaiblie au moment de la mort et un peu davantage durant le quart d'heure qui la suivit; je crus pouvoir me permettre de l'affaiblir encore, parce que, ne me sentant pas assez habile peintre de portraits pour la rendre telle qu'elle persistait, je craignais de ne faire qu'un barbouillage de noir, en essayant de pousser la nuance jusqu'au degré où je ne me sentais pas le talent d'atteindre.

» Ces restes de trois hommes qui périrent subitement, dans la force de l'âge, dans la plénitude de la santé et sans avoir éprouvé d'assez longues appréhensions d'une fin violente pour que trop de terreur eût altéré leurs traits, présentent conséquemment, dans les conditions les plus satisfaisantes, les caractères propres aux types humains de l'Algérie dont je les donne comme des échantillons irrécusables. Ils seront représentés dans la publication de la

Commission scientifique, parce qu'on n'y saurait méconnaître jusqu'à des particularités ostéologiques fort saillantes, lesquelles sont bien autrement importantes pour la distinction des espèces que le peuvent être les caractères empruntés de ce qui n'est qu'extérieur et que tant de circonstances variables concourent souvent à modifier.

» On me reprochera peut-être de n'avoir pas représenté chacun de ces types dans toute sa grandeur; mais, outre que je ne me donne pas pour capable de mieux faire, les boîtes osseuses mises sous vos yeux suffiront pour régulariser ce que l'inhabileté de mon pinceau eût laissé à désirer; je ne crois pas, d'ailleurs, qu'il soit indispensable en iconographie de rendre les objets à leur taille pour en donner une idée suffisante. La ressemblance dans les miniatures de Mme de Mirbel, que je prends la liberté de citer en toutes lettres, afin de donner par un nom propre toute la valeur possible à ma justification, est-elle moins parfaite que celle qu'on admire dans les portraits de grandeur naturelle qui produisent le plus d'effet aux expositions du Louvre?

» Je présente donc comme types de ce que j'appellerai *Atlantiques*, *Adamiques* et *Éthyopiens*, les individus d'après lesquels furent faites les esquisses que voici, et auxquels appartinrent les trois boîtes osseuses dont ces esquisses sont accompagnées (1).

» Le n° I fut un marabout, saint personnage, Kabyle pur sang, natif du Sahel, décapité dans l'un des faubourgs d'Alger, où il avait été pris en flagrant délit prêchant ouvertement, au nom de Dieu, la révolte et la guerre. Ceux qu'on appelle Maures sont en tout pareils. Le plus minutieux examen ne m'a révélé, entre les Kabyles et les Maures, aucune différence qui puisse le moins du monde autoriser à les considérer comme appartenant à deux variétés ou races d'hommes; seulement les uns habitent les villes, et de tout temps ils s'adonnèrent au trafic, au risque, sous le régime turc, de s'exposer à toutes sortes d'avanies; tandis que les autres peuplent les contrées montagneuses où l'âpreté des lieux fut de tout temps la garantie de leur indépendance. Agriculteurs assez intelligents, ceux-ci, travaillant leur terre avec ardeur, sont parvenus jusqu'à l'art d'en extraire les métaux et à les mettre en œuvre, au point d'être d'assez habiles faux-monnayeurs. Les différences d'*habitat* et de genre de vie occasionnent, à la vérité, entre les Maures et les Kabyles, quelque

(1) M. Bory de Saint-Vincent fait circuler les portraits des trois types vus de face et de profil.

diversité d'aspect, mais jamais, parmi les plus dissemblables, rien qui pénètre même au-dessous d'une première peau, laquelle demeure tout au plus, chez les uns comme chez les autres, sujette aux effets de ce hâle dont on n'est pas davantage à l'abri partout ailleurs; effet superficiel d'où vient que dans l'univers entier, le teint du rustre des champs est réputé moins beau que n'est celui d'un citadin soigneux de se soustraire aux ardeurs du jour. Les noms de Kabyles et de Maures, que sur de simples apparences et de fausses notions, certains ethnographes ont imaginés s'appliquer à des hommes différents, ne sont donc que de simples synonymes des mots paysans et bourgeois, campagnards ou vilains, etc.

» Ceux qu'on appelle Berbères en plusieurs cantons de notre Afrique, et qui furent les Barbares pour les anciens, comme leurs Mauritaniens sont nos Maures actuels, provinrent également de la souche primitive Atlante, et, comme les Kabyles, sont fort attachés à leur sol natal, qu'ils savent de même cultiver et défendre: tous parlent une même langue propre, très-différente de l'arabe et du turc. Lybiens, Gétules, Garamantes des âges reculés, tous sortent en ligne directe de ce grand peuple des temps héroïques qui, vers l'occident, se rendit le premier célèbre par les sciences, les arts et la guerre; encore que fort dégénérés sous le joug de l'islamisme, ils conservent, plus que tout ce qui leur reste de confins dans le reste du monde, les traits de leurs premiers aïeux, devenus quasi-fabuleux au travers des traditions de l'antique Égypte, telles que nous les transmit ce sage de la Grèce qui vint s'instruire encore à l'école des prêtres de Saïl. Ce n'est pas ici le lieu de remonter à ce que je publiai en l'an VI de la République touchant l'Atlantide, dont ce grand philosophe nous conserva le souvenir, et lorsque, n'ayant qu'entrevu les Archipels où, dès avant moi, on en avait cherché des fragments, les Canaries devinrent le canevas de mon premier in-quarto; des erreurs grossies de déclamations entachaient, je n'en saurais disconvenir, cette production de mes vingt ans; mais on y trouve consignés plus d'un aperçu et des faits qui, pour avoir été signalés d'abord comme témérairement avancés, n'en ont pas moins fini par prendre possession d'état dans la science, puisque la plupart ont été reproduits chez maints auteurs fort estimés qui seulement négligèrent d'avertir qu'ils avaient daigné lire mes *Essais sur les îles Fortunées*. Je puis, par exemple, affirmer, d'après des témoignages postérieurs, que je ne m'étais point trompé en considérant les Guanches comme de vénérables rejetons des Atlantes. Les os de ces Guanches, dont j'avais été à portée d'examiner de très-certainement authentiques, puisqu'ils provenaient des cryptes du Baranco de Herque, entre Arico et Guimar, avant que l'esprit d'industrialisme

se fût introduit jusque chez les collecteurs d'histoire naturelle; les os de ces Guanches, dis-je, sur lesquels on a discouru depuis dans les termes où j'en parlais alors, sont complétement pareils à ceux des véritables Maures, Kabyles et Berbères, autres descendants des autochthones de cette région occidentale de laquelle faisait encore partie la Péninsule ibérique rattachée à l'Europe par la cassure maintenant appelée détroit de Gibraltar, et qui eut lieu de mémoire d'homme, ainsi que je pense l'avoir démontré ailleurs (1).

» Cette Péninsule ibérique, unie à la région barbaresque, formait conséquemment, avec des îles qui s'y devaient rattacher, le berceau de l'espèce atlante, dont les Pyrénées, avec leurs versants aquitaniques, furent la charpente montagneuse vers le nord, les chaînes neigeuses de l'Andalousie, celle du centre et le véritable Atlas qui doit exister dans le Maroc, sa limite culminante dans le midi. L'océan occidental uni à la Méditerranée, dont la figure était toute autre, en composaient la mer septentrionale; ce que nous appelons maintenant, dans son état de dessèchement, le *grand Désert*, à partir des bas-fonds salés et sablonneux de la Régence de Tripoli, jusqu'aux rivages également sablonneux et salés de l'Atlantique, dans le sud de la Tingitane, en était la mer du sud.

» Le continent ainsi reconstruit fut ce que les premiers poëtes, qui furent aussi les premiers historiens, disent avoir constitué les vastes États d'un grand prince inventeur de la sphère, supposant allégoriquement le ciel au-dessus des premiers vergers de pommes d'or dont il soit parlé, et de qui les sujets reconnaissants s'appliquèrent le nom quand s'introduisit l'usage, parmi les premiers peuples, de vénérer de la sorte la mémoire de leurs premiers législateurs. Les Celtes, nos aïeux, provinrent donc, ainsi que les Ibériens devenus Espagnols, les Barbares maintenant Berbères, les Mauritaniens aujourd'hui Maures, et les Kabyles, de la souche atlante, dont tous les rameaux, quand de trop nombreuses greffes n'en ont point trop sensiblement défiguré le *facies*, reproduisent leur descendance exactement conforme à mon type n° I. L'angle facial y est le même que chez nous, l'épaisseur des os du crâne est pareille à celle du nôtre, ainsi que les proportions de la boîte osseuse. Les arcades sourcilières se prononcent assez pour qu'il résulte de leur saillie une dépression prononcée vers la base du front à l'origine du nez, duquel les os propres, un peu courts et droits, se dirigent en avant, sans néanmoins que leur extrémité détermine, dans la longueur, une bosse très-sensible.

---

(1) *Guide du voyageur en Espagne* (1824), et *Résumé de la géographie de la Péninsule ibérique* (1826).

» On remarquera, dans la région gauche de la tête que je présente ici comme échantillon du type atlante, une dépression assez prononcée; cette irrégularité, évidemment accidentelle, n'influait en rien sur le reste de la conformation. Plusieurs fois j'eus occasion de voir pareille anomalie, notamment sur des têtes andalouses, et parmi celles qu'enserrent en si grande quantité les catacombes creusées sous le faubourg Saint-Jacques, que je visitai à diverses reprises, fort en détail, au temps où l'on y laissait assez facilement pénétrer les curieux. Je me rappelle bien positivement avoir aussi reconnu une dépression pareille dans le crâne de l'une des premières célébrités de notre époque (Bichat), que j'eus occasion de tenir entre mes mains. De tels accidents, qui paraîtraient conséquemment n'influer en rien sur le développement de l'intelligence, n'en doivent pas moins être signalés.

» Pour qui n'aurait rencontré dans les rues, ainsi qu'aux environs d'Alger, que des misérables amaigris par les privations et la rudesse des travaux où les réduit le besoin de vivre, rôtis, pour ainsi dire, aux ardeurs d'un soleil que ne voile aucun nuage, encore rembrunis par l'effet de la poussière impalpable qui pénètre dans les moindres pores d'une peau à demi tannée, mendiants à demi nus, chevriers, cultivateurs, portefaix ou autres gens de peine, il répugnerait, je le comprends, de reconnaître d'assez proches parents; mais de tels spectres crasseux, aux allures de squelette, sont loin de représenter la totalité d'une famille où le moindre bien-être ne tarde point, au contraire, à faciliter le développement de très-belles formes et d'un certain luxe de carnation. Ceux qui, provenant de la même souche, en demeurent comme les rejetons favorisés, n'ont rien de cet air déchu qui partout enlaidit la pauvreté. Mieux nourris, bien vêtus, souvent baignés, rasés proprement lorsque la condition dans laquelle ils vivent ne commande pas que le bas de leur figure demeure couvert d'une profusion de longs poils, ne se donnant que le moins de mouvements qu'ils peuvent, ne marchant qu'avec lenteur, quand ils ne se tiennent pas gravement accroupis sur quelque fraîche natte au fond d'une ténébreuse boutique, ou nonchalamment étendus sur de moelleux tapis, dans le silencieux intérieur de leur famille; ceux enfin qui appartiennent aux classes aisées, s'étiolant dans le repos, conservent tout au plus du teint brunâtre des Kabyles leurs frères, des nuances souvent moins foncées que ne sont celles qui persistent sur les visages de la plupart d'entre nous.

» Le genre de vie si propre à blanchir le derme, que mènent dans les villes les Maures aisés, ne l'est pas moins sous leur climat à favoriser les dispositions qu'ont à l'obésité les hommes du type atlante, de quelques races qu'ils soient

sortis. Nos compatriotes des deux sexes ne tardent guère en Algérie, pour peu qu'ils n'y prennent point assez d'exercice, à devenir très-gras. Quant aux dames du pays, elles deviennent souvent d'assez bonne heure presque monstrueuses. Il n'est pas jusqu'au petit nombre de Kabyles qui, changeant d'habitudes, se sont faits citadins, dont l'embonpoint ne devienne promptement assez considérable. On voit déjà plusieurs des filles de ceux-ci qui, presque calcinées durant leur première jeunesse, fussent demeurées aux champs sèches et quasi-négresses, devenir replètes et passablement blanches lorsqu'un heureux hasard les transplante à temps au fond de quelque sombre galerie du pourtour d'une maison à la mauresque. Le doux *far niente*, l'usage de bains fréquents, d'aliments plus substantiels et de cosmétiques variés rendent promptement à leurs charmes, dont elles tirent parti du mieux qu'elles peuvent, le degré d'ampleur où probablement ils n'eussent jamais atteint. Elles pensent relever l'éclat du teint qu'elles parviennent en quelque sorte à se rendre, en se noircissant encore les sourcils, ainsi que le pourtour de leurs longues paupières, en prodiguant le fard d'un rouge vif sur leurs joues; enfin en éparpillant sur le reste de leur visage, des mouches pareilles à celles qu'employaient encore, il y a moins de trois quarts de siècle, beaucoup de nos bisaïeules et même de nos grand'-mères. Celles qui ne recouvrent pas une entière fraîcheur deviennent ordinairement d'un blanc mat agréablement nuancé de cette teinte paille que l'on remarque dans la crème du lait de bonne qualité.

» On assure que plusieurs des dames mauresques qui, appartenant aux principales familles, ne s'exposèrent jamais aux rayons du soleil, sont d'une beauté peu commune et ne le céderaient en rien à nos plus séduisantes Françaises. Comme aucun étranger n'en vit jamais, je n'en saurais juger; mais je puis affirmer que parmi les indigènes dont tout le monde peut voir le visage, il en est de complétement bien, en tout semblables à nos compatriotes les plus belles, et l'on remarque chez les enfants soignés des deux sexes, qui sortent à visage découvert, autant de chevelures fines et blondes ou de teints parfaits, qu'on en voit, proportions gardées, à Paris dans les promenades publiques.

» Le n° II fut un de ces Arabes vulgairement appelés Bédouins par nos soldats, qui s'entendent si bien à les mettre en déroute, mais qui ne parviennent pas aussi facilement à les atteindre dès qu'ils ont pris la fuite. Le malheureux faisait partie d'une bande de pillards venant du sud et qui, ayant poussé une pointe fort en avant dans la Mitidja, comme j'en explorais les bords, y fut sabré, circonstance à laquelle l'Académie devra de pouvoir juger

combien les os du crâne sont ici sensiblement plus minces qu'ils ne le sont chez l'Atlante et surtout chez l'Éthyopien.

» On remarquera dans cette tête que, le profil s'allongeant, l'angle facial devient plus aigu, d'où résulte que le visage se rétrécit, encore que l'écartement des fosses orbitaires soit assez considérable. Nulles saillies ou crêtes, même rudimentaires, ne couronnent les arcades sourcilières qui demeurent à tout âge unies et parfaitement lisses, ce qui fait qu'il n'existe pas de dépression aussi notable entre la base du front et l'origine du nez, où les os propres, plus longs qu'ils ne le sont chez tous les autres hommes, déterminent la courbure aquiline avec une bosse plus ou moins prononcée, qui n'est pas sans noblesse dans la longueur du trait qui me paraît être le plus caractéristique entre tous ceux du visage.

» Le type dont il est question est celui que j'appelai ADAMIQUE dans mon *Essai sur l'homme*, parce que l'histoire du peuple de Dieu sorti d'Adam, telle que nous la racontent les livres sacrés, paraît être uniquement celle de sa lignée dont j'eus grand tort de regarder l'espèce atlante comme une simple variété. Les caractères distinctifs des deux types sont non moins nombreux et non moins profonds, quoique moins frappants au premier aspect, que le sont ceux qui séparent l'Éthyopien de l'un et de l'autre. Je renverrai, pour l'énumération et la description minutieuse de ces caractères, à la publication de la Commission scientifique; en attendant, il suffira, pour quiconque voudrait se faire une idée parfaitement exacte du *facies* de l'adamique mâle et femelle, de jeter les yeux sur l'admirable tableau où notre illustre confrère, M. Horace Vernet, a reproduit le tête-à-tête du patriarche Juda avec Thamar, sa bru. Le peintre n'a pas eu la faiblesse, afin de poétiser son sujet, d'emprunter aux beautés de l'antique Grèce les formes de ses personnages. Il n'a pas imité tant d'autres grands maîtres qui crurent ennoblir les Juives, mises en scène dans les tableaux que l'école tirait de la Bible, en leur prêtant des traits propres aux seuls Pélages; il a rendu les choses simplement comme il les a vues, comme elles sont dans la nature, et la gorge de la veuve d'Onan, pour n'être pas modelée sur celle d'une Vénus, d'une Diane ou d'une Hébé, en a-t-elle moins de charme parce qu'elle reproduit fidèlement l'un des caractères les plus saillants de l'espèce ?

» Outre les particularités ostéologiques que j'ai dû signaler sur la boîte osseuse de mon adamique, je mentionnerai encore la différence de stature qui se remarque entre les deux sexes. Les Arabes sont généralement de haute taille, tandis que leurs femmes paraissent être proportionnellement les plus petites de toutes. L'obésité est à peu près inconnue parmi eux, je n'en ai

jamais vu qui fût surchargé d'embonpoint. Leur physionomie est plus remarquable par l'air de dignité dont elle est empreinte que par la fleur de beauté qui brille fréquemment chez le type atlante, surtout lorsqu'il y eut croisement avec le sang pélage. On ne m'a fait voir dans toute l'Algérie que trois à quatre filles de races nomades qui depuis la conquête fussent venues s'établir dans les villes; elles y sont toujours demeurées assez maigres, quoiqu'y menant l'existence voluptueuse dans laquelle j'ai dit plus haut que de jeunes Kabyles avaient acquis une notable ampleur.

» Les Arabes ou Adamiques, dont il n'est pas ici question de rechercher quelle dut être la patrie primitive, se sont répandus de proche en proche et de temps immémorial à la surface de toute contrée qui, par son climat, sa physionomie et ses productions, offrait quelque rapport avec le lieu de leur berceau; en quelque endroit qu'on les retrouve, ils conservent les mœurs, les préjugés et le visage de leurs premiers pères, vivant sous la tente avec leurs troupeaux et enclins au vol; des côtes du golfe Persique jusqu'au cœur de l'empire de Maroc, ils se complurent partout où sont des déserts, parallèlement au tropique et d'orient en occident. Répartis en tribus indépendantes, que ne rattache aucun intérêt commun, ainsi que les abeilles le sont par essaims étrangers les uns aux autres, ils n'ont nulle part et à aucune époque vécu en corps de nation ni fondé d'empire célèbre dont le nom retentisse dans l'histoire. Malgré des idées trop légèrement admises touchant leur esprit belliqueux, ils ne furent jamais des conquérants à proprement parler. L'islamisme s'étant assez rapidement répandu chez eux, parce qu'il se fondait sur des traditions qui leur étaient chères, on a imaginé qu'ils l'avaient imposé les armes à la main partout où il pénétra : c'est une erreur historique notoire. La prédication et la commodité des pratiques ont principalement répandu ce genre de foi.

» Le n° III enfin est le type ÉTHYOPIEN. Cette tête fut celle d'un bandit natif du Soudan, tué dans le Sahel où l'un des coups de sabre dont il fut atteint montre, sur le pariétal de gauche, combien l'épaisseur des os du crâne est plus considérable chez les nègres que chez les autres hommes.

» En disposant les boîtes osseuses que je présente à l'Académie sur une même ligne à la suite les unes des autres, on est d'abord frappé de la manière dont, à partir du type atlante, où l'angle facial est à peu près droit, la proéminence graduelle de la mâchoire supérieure devient considérable. Cet allongement est tel chez l'Éthyopien, que la ressemblance de son squelette avec celui des grands singes en devient frappante : à la base du frontal assez élevé, mais latéralement fort rétréci, se prononcent, au-dessus des orbites, des crêtes

sourcilières presque aussi considérables que sont celles d'un orang d'âge moyen. D'autres saillies osseuses, non moins marquées, couronnent les régions temporales aux attaches des crotaphites; une dépression très-prononcée existe à l'origine du nez dont les os propres sont aussi les plus courts et tellement disposés en avant, que leur situation en devient à peu près horizontale. Certains airs d'animalité résultent de cet ensemble ostéologique, et les traits du visage n'étant pas moins étranges, la largeur du nez avec ses ailes fort ouvertes et la prodigieuse épaisseur des lèvres dont l'inférieure semble être quasi-pendante, impriment au profil de l'Éthyopien l'aspect d'une sorte de museau.

» Je réserverai pour le travail dont je ne me suis proposé de donner ici qu'un aperçu, la description des nombreux caractères qui singularisent dans le genre humain ces nègres dont on ne rencontrerait les pareils en aucune autre partie du globe si leurs frères blancs n'eussent imaginé, depuis que le christianisme abolit l'esclavage, d'en transporter des millions, contre leur gré, en des contrées lointaines où l'on obtient, à coup de fouet, de leur sueur ce sucre que prodiguerait la betterave dans notre propre climat, sans qu'il fût nécessaire d'y transplanter et d'y martyriser des esclaves. En effet, le berceau du type qui nous occupe fut la partie centrale de l'Afrique d'une mer à l'autre. Ses provenances ne se sont guère répandues en dehors des tropiques, soit vers le nord, soit vers le sud. Plusieurs races et variétés s'y rattachent, les Caffres me paraissent être du nombre, et j'eus probablement encore tort, dans mon *Essai sur l'homme,* de considérer ces derniers comme appartenant à une espèce distincte. Mais ce n'est point des Caffres qu'il doit être ici question; il s'agit des nègres qui, pénétrant dans la région barbaresque, ont dû, pour leur part, en modifier la population.

» Un océan qui depuis bien longtemps s'est comblé, séparait l'empire d'Atlas de celui des Éthyopiens, où règna le Céphée des temps héroïques; l'histoire allégorique d'Andromède, fille de ce prince, exposée à la voracité d'un monstre marin, indique qu'alors il n'y avait guère entre les deux rives opposées que des rapports de piraterie. Il serait superflu de rechercher dans les siècles suivants, qu'on doit considérer comme non avenus, puisqu'il n'en reste aucune tradition, à quelle époque l'Atlante et l'Éthyopien purent communiquer par terre, quand il n'exista plus entre eux que le désert; mais, dès qu'on y put circuler au moyen du chameau, les trois types dont je viens de parler, se trouvant en contact par la guerre et le commerce, commencèrent à produire des métis, dont les races pélages de la Grèce et de Rome vinrent à leur tour grossir le nombre; c'est de ces Pélages que plusieurs Maures, Kabyles et même

des Arabes ou Juifs d'aujourd'hui conservent et transmettent de ces beaux profils droits qu'on imagine communément ne se retrouver qu'en Italie. Plus tard encore, des hordes vandales et godes, descendues du Nord, vinrent augmenter la confusion de l'hybridité, et d'elles se sont transmises, chez certaines tribus de l'intérieur, des cheveux blonds ou rouges et jusqu'à des yeux bleus.

» L'invasion des Turcs dans ces derniers temps n'influa guère sur le mélange des espèces et des races humaines que dans l'enceinte des villes, particulièrement sur le littoral. Ceux qui, sous la conduite des deux Barberousse, conquirent l'Algérie, ne provenaient d'aucun type particulier, ou, plutôt, ils provenaient de tous. Comme les mameluks de l'Égypte, déjà renommés au temps des croisades, ils composaient un ramas d'aventuriers, n'ayant de commun que la circoncision et le Coran, recrutés dans toute l'étendue de l'empire ottoman, c'est-à-dire chez des Scythes et Tartares, aux confins de la Perse, au cœur du Caucase, sur les rives du Danube, et parmi les renégats de toutes les parties de l'Europe. Ils furent en Afrique, durant tout le temps de leur domination, comme sont dans nos haras les étalons de race étrangère qui ne s'y naturalisent jamais, et qu'on y transporte dans le but d'obtenir de leur croisement avec des poulinières de toute sorte une progéniture supérieure. La religion commode de Mahomet permettant à ceux qui la croient la meilleure, l'usage de plusieurs femmes, les conquérants choisirent indifféremment les leurs entre toutes celles qu'ils trouvèrent à leur convenance à l'entour de leurs repaires, et de là cette confusion surprenante dans la variété des formes et des physionomies dont l'observateur est d'abord frappé quand il débarque en Algérie. Cependant ces Turcs, en augmentant les chances d'hybridité au pays qu'ils foulèrent si durement, y demeuraient essentiellement étrangers; leurs enfants, estimés supérieurs à leurs mères, mais inférieurs à ceux qui les procréaient, s'appelaient Koulouglis, et les ethnographes dont j'ai signalé l'inexactitude pour avoir considéré comme appartenant à des races particulières les Turcs ou les Juifs, ont fait aussi une troisième race de ces Koulouglis qui, provenant du croisement d'hommes venus de partout avec des filles hybrides de tout sang, n'étaient même pas considérés comme aptes à perpétuer la lignée des auteurs de leurs jours, puisqu'ils ne succédaient à aucun de leurs emplois, et leur demeuraient à jamais militairement et politiquement subordonnés.

» J'ai fait figurer pour la publication de la Commission scientifique d'Algérie plusieurs de ces métis de Turcs et d'indigènes chez lesquels on reconnaîtra des traits pélages grecs ou romains, germaniques, asiatiques, arabes

ou éthyopiens, de toutes les nuances, et chez lesquels les cheveux sont devenus plus ou moins lisses; cependant, considérés sous le point de vue anthropologique, ces Koulouglis n'ont pas plus d'importance que les enfants nés du mariage d'un Normand avec une Suissesse, d'un Anglais avec une Italienne, d'un Français avec une Allemande, d'un Hollandais avec une Espagnole, d'un catholique avec une protestante, parce que les noms empruntés du pays ou de la religion où naquirent les pères et les mères ne signifient absolument rien en histoire naturelle.

» Il en est de même du croisement des Juives d'Alger avec les Turcs. Le cas était extrêmement rare, un musulman méprisant d'autant plus un sectateur de Moïse, que sa loi présente beaucoup d'analogie avec celle qu'il observe lui-même. Les Juifs répandus dans le pays y sont évidemment sortis de deux souches très-différentes. Il en est, et ce sont les plus nombreux, qui sont en tout physiquement semblables au reste des Adamiques, tandis que quelques-uns ressemblent davantage à des Atlantes. Ces derniers ne se rencontrent guère que dans les villes; les autres sont répandus partout: il s'en trouve jusque dans les tribus nomades. Dans le travail de la Commission scientifique, j'aurai soin de faire figurer des Juifs des deux sortes: on en verra aux formes sveltes, dont le profil est aquilin, tandis que plusieurs ont la face pleine, avec l'embonpoint des Maures.

» Il résultera, de la comparaison de ces portraits, que la religion hébraïque dut avoir son âge de prosélytisme, durant lequel, on ne peut établir à quelle époque, elle s'étendit autrement que par le glaive et l'extermination jusque chez des races étrangères au type adamique. C'est ainsi qu'en Allemagne et en Pologne, où j'eus autrefois occasion d'observer des israélites qu'on croirait y être dans leur mère patrie, tant ils y sont répandus, je reconnus, au milieu de leur grand nombre, où se conservent, dans toute leur pureté, les traits adamiques primitifs, certains individus en tout semblables aux indigènes germains ou sarmates, au milieu desquels ils traînaient, de père en fils, une ignominieuse existence.

» Du croisement de trois types les plus distincts et les mieux caractérisés qui soient au monde, provinrent donc premièrement, quand ils se furent mis en contact à la surface du fragment de l'Atlantide, où s'étendent aujourd'hui la Régence de Tunis, l'Algérie et l'empire de Maroc, diverses races plus ou moins tranchées. Quelques-unes de ces races se sont probablement, par leurs mélanges, confondues et comme effacées les unes dans les autres; mais il en est certainement quelques-unes qui se sont conservées plus ou moins pures jusqu'à nos jours. De l'introduction postérieure des gens du Nord en ont dû résulter de nou-

velles, et du mélange de toutes provinrent des variétés sans nombre, dont j'essayerai de démêler et de signaler les rapports dans la publication de la Commission scientifique, avec le secours des portraits que j'en fis faire sur les lieux. En attendant, et pour ne pas abuser des instants de l'Académie, je me bornerai à lui faire remarquer que, loin d'avoir contribué à l'accroissement de la population dans les régions si favorisées de la nature, où tant de mélanges de peuples eurent lieu de temps immémorial, le résultat définitif de la multitude des croisements fut la diminution évidente du nombre des indigènes, sur laquelle la guerre actuelle n'influe heureusement pas beaucoup. La dépopulation est devenue surtout flagrante depuis l'introduction de l'islamisme. Ce n'est pas ici le lieu d'en rechercher ou d'en exposer les causes; il paraîtrait au moins inopportun aux yeux de ceux qui veulent qu'il y ait des millions d'hommes en Algérie, d'établir qu'il n'y a peut-être pas quarante à cinquante âmes par lieue carrée de Tunis à Mogador. Aussi remettrai-je à d'autres temps l'exposition des preuves sur lesquelles j'assoirai cette assertion. J'espère aussi démontrer alors à ceux qui déraisonnent sur l'Afrique française, parce qu'ils ne se sont pas donné la peine ou plutôt le plaisir de la visiter, qu'il est bien plus facile qu'on ne le suppose d'amener, sinon à la civilisation européenne, du moins à celle qui convient à leur climat, des indigènes qui comprennent fort bien leurs véritables intérêts et dont le plus grand nombre éprouve déjà combien le régime où la France les veut ranger est préférable à celui sous lequel les écrasèrent les Turcs. »

RAPPORTS.

STATISTIQUE. — *Rapport sur l'institution de Sainte-Périne, à Chaillot.*

(Commissaires, MM. Arago, Liouville, Mathieu rapporteur.)

« Sainte-Périne est une maison de retraite où l'on reçoit des vieillards des deux sexes moyennant une pension annuelle, ou un capital, une fois donné, variable avec l'âge. Cet établissement offre, aux personnes peu fortunées, des avantages dont elles ne pourraient pas jouir si elles vivaient isolément. Il fut confié, par un décret du 10 novembre 1807, à la sollicitude de l'Administration des hospices de Paris. Sainte-Périne était tombée dans un grand état de misère et de discrédit; l'Administration eut beaucoup de sacrifices à faire pour la relever, et pour entretenir gratuitement près de deux cents vieillards qui s'y trouvaient alors réunis, et que le décret avait mis à sa charge.

» L'année suivante, le 1er avril 1808, parut le décret qui, constituant la

maison de Sainte-Périne sur de nouvelles bases, fixait les conditions et le prix d'admission.

» D'après ce décret organique, on peut être admis à Sainte-Périne à partir de soixante ans, soit en payant une pension de 600 francs, soit en déposant une fois pour toutes un capital déterminé pour chaque âge.

» L'Administration des hospices avait cru reconnaître, pendant une expérience de plus de trente ans, la nécessité d'apporter quelques modifications au décret organique de 1808. On croyait que le capital exigé à chaque âge par le tarif de ce décret était trop faible pour représenter la dépense annuelle des pensionnaires. Aussi, dans la vue d'éviter une charge qui paraissait onéreuse aux hospices, on a suspendu depuis quelques années les admissions à vie, et l'on ne reçoit actuellement à Sainte-Périne que des pensionnaires.

» Cependant, pour régulariser cet état de choses et arriver à une organisation appropriée aux circonstances actuelles, le Conseil général des hospices, après avoir étudié toutes les questions qui se rattachent à une bonne réglementation, a cru devoir s'adresser à l'autorité supérieure pour la prier de faire examiner si, par suite de la diminution que l'intérêt de l'argent a éprouvée depuis trente ans et du changement survenu dans la durée de la vie, les capitaux portés au décret de 1808 sont effectivement insuffisants aujourd'hui pour constituer aux différents âges une rente viagère de 600 fr. Telles sont les circonstances qui ont amené M. le Ministre de l'Instruction publique à demander à l'Académie un Rapport sur les questions qui résultent de la délibération suivante du Conseil général des hospices de Paris, en date du 15 novembre 1843 :

« M. le Préfet de la Seine sera prié d'écrire à M. le Ministre de l'Intérieur
» de vouloir bien faire vérifier de la manière qu'il jugera la plus convenable,
» si en effet la série des sommes portées au tableau n° 1 joint au décret du
» 1er avril 1808, n'est plus (en raison de la diminution du taux de l'intérêt
» et d'une durée moyenne de vie plus longue qu'autrefois) en rapport exact
» avec le chiffre de la pension viagère de 600 francs exigée pour l'entretien an-
» nuel d'un administré de l'institution de Sainte-Périne, et de faire établir au
» besoin une nouvelle Table pour les admissions par capital depuis l'âge de
» soixante ans jusqu'à celui de cent ans. »

» La détermination du capital nécessaire pour constituer une rente viagère immédiate, dépend de deux éléments : l'intérêt produit par le placement de ce capital, et la loi de mortalité. Ces éléments sont variables avec le temps ; le taux de l'intérêt va en diminuant, il est maintenant bien moins élevé

qu'à l'époque de l'organisation de Sainte-Périne, et, d'un autre côté, tout semble indiquer un heureux changement dans la loi de la mortalité. Ces deux causes, qui tendent à augmenter le prix des assurances sur la vie, devaient naturellement porter à croire que les capitaux du décret de 1808 étaient trop faibles pour représenter aujourd'hui une rente viagère de 600 francs.

» La grande difficulté de la recherche qui nous occupe réside dans le choix de la Table de mortalité. Les différentes séries de capitaux proposées successivement à l'Administration des hospices, montrent assez l'incertitude qu'on a éprouvée à cet égard. Nous avons heureusement trouvé dans les documents qui nous ont été fournis, des données suffisantes pour former une Table de mortalité qui représente les décès de Sainte-Périne pendant un grand nombre d'années.

» Depuis le 1er avril 1808 jusqu'au 1er janvier 1844, dans l'intervalle de trente-cinq ans, six cent trente-deux vieillards sont entrés et décédés à différents âges à Sainte-Périne. C'est, moyennement, une vingtaine de décès par an, sur une réunion de cent soixante-dix à cent quatre-vingts individus qui se trouvent ordinairement dans cette maison de retraite.

» Une chose qui excite tout d'abord l'attention, c'est la mortalité qui frappe sur tous les âges dans les quatre premières années de séjour à Sainte-Périne :

Décès dans la 1re année sur 632	155	ou	24 centièmes.
2e	85		13
3e	73		11
4e	55		9

» De si nombreux décès proviennent sans doute de ce que les personnes qui entrent à Sainte-Périne y arrivent un peu tard, fatiguées, mal portantes et de ce qu'elles meurent avant d'avoir pu profiter des avantages d'une vie tranquille, d'un bon régime hygiénique, d'une nourriture saine et de tous les soins que l'on trouve dans cette maison.

» Cette mortalité rapide, dans les premières années de séjour à Sainte-Périne, exerce une grande influence sur la loi générale de la mortalité dans cet établissement. La Table que nous avons dressée donne une mortalité plus lente que la Table de Duvillard. Elle diffère peu de la Table que Deparcieux avait construite il y a un siècle pour des têtes choisies, et que l'on emploie fréquemment dans le calcul des rentes viagères : nous trouvons une mortalité un peu plus rapide de soixante à quatre-vingts ans, et ensuite une mortalité plus lente.

TABLE DE MORTALITÉ. Age.	Vivants.	Décédés.	VALEUR d'une rente viagère de 600 francs.	TABLE DE MORTALITÉ. Age.	Vivants.	Décédés.	VALEUR d'une rente viagère de 600 francs.
60	1000	35	5 441 fr.	80	184	25	2 545 fr.
61	965	36	5 235	81	159	22	2 448
62	929	37	5 029	82	137	20	2 341
63	892	38	4 821	83	117	18	2 236
64	854	41	4 611	84	99	16	2 135
65	813	44	4 413	85	83	14	2 036
66	769	46	4 229	86	69	12	1 935
67	723	47	4 056	87	57	10	1 824
68	676	48	3 889	88	47	9	1 690
69	628	49	3 733	89	38	8	1 563
70	579	49	3 591	90	30	6	1 449
71	530	49	3 460	91	24	6	1 275
72	481	48	3 346	92	18	5	1 159
73	433	45	3 247	93	13	4	1 061
74	388	42	3 151	94	9	3	988
75	346	39	3 057	95	6	2	933
76	307	35	2 966	96	4	1	849
77	272	32	2 865	97	3	1	»
78	240	29	2 760	98	2	1	»
79	211	27	2 650	99	1		»
80	184		2 545	100	0		

» Avec cette Table spéciale de mortalité, et en adoptant l'intérêt de 3 $\frac{1}{2}$ pour 100 qui semble résulter de la valeur actuelle de l'argent, nous avons calculé pour tous les âges à partir de soixante ans le capital représentatif d'une rente viagère de 600 francs. Les sommes que nous avons obtenues surpassent les capitaux exigés par le décret de 1808 de près de 200 francs dans les trois premières années. A partir de soixante-quatre ans la différence est toujours en sens contraire; faible jusque vers quatre-vingts ans, elle croît ensuite rapidement et s'élève à plus de 800 francs à quatre-vingt-quinze ans.

» En définitive, les capitaux exigés par le décret de 1808 diffèrent peu de

ceux que nous avons trouvés et qui représentent des rentes viagères de 600 francs pour des individus de soixante à quatre-vings ans. Il n'y a donc pas lieu de les augmenter comme on l'avait généralement supposé. Au delà du terme de quatre-vingts ans, les capitaux du décret paraissent un peu exagérés.

» Nous terminerons ce Rapport par une dernière remarque sur les inconvénients des opérations relatives à la durée de la vie humaine, reposant sur un petit nombre d'individus. Il y a toujours eu à Sainte-Périne beaucoup de pensionnaires. Les admissions à vie, par capital, ne s'élevaient guère qu'au tiers ou à environ cinquante sur cent soixante-dix. L'Administration des hospices comprendra facilement qu'elle ne doit pas espérer de trouver dans un si petit nombre d'individus, les chances de compensations qui se rencontrent inévitablement dans les nombreuses opérations des compagnies d'assurance sur la vie.

» Tels sont, messieurs, les résultats du travail que nous avons entrepris d'après les ordres de l'Académie et à la demande de M. le Ministre de l'Instruction publique. »

Le Rapport est approuvé par l'Académie. Il sera adressé à M. le Ministre de l'Instruction publique.

Remarque de M. le baron **Charles Dupin.**

« Il serait très-utile à la science statistique de publier, dans le *Compte rendu* de nos séances, avec l'excellent Rapport que nous venons d'entendre : 1° le tableau des personnes mortes à Sainte-Périne, pour chaque année d'âge ; 2° le nombre des personnes sorties et par âges ; 3° le nombre de personnes entrées dans cet hospice, également dénombrées par âges et par années. Ces données de l'expérience pourraient être utiles à beaucoup d'autres recherches qu'apprécieront les personnes qui s'adonnent aux calculs relatifs à la population. »

M. le rapporteur promet de donner plus tard ces documents.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PALÉONTOLOGIE. — M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet le Rapport suivant, qui lui a été adressé par M. **Constant Prevost**, à qui il avait confié le soin d'étudier, sous le rapport géologique, les gisements d'animaux fossiles découverts dans le bassin de la Garonne.

Rapport adressé d'Auch, par M. **Constant Prevost**, *à* M. le Ministre de l'Instruction publique, *en date du* 14 *juin* 1845.

(Commissaires, MM. Cordier, de Blainville, Dufrénoy.)

« Sous les rapports géologique et paléontologique, les gisements d'ossements fossiles du bassin de la Garonne et de ses affluents soulèvent, pour l'histoire positive de la terre et pour celle des êtres qui se sont renouvelés sur sa surface, les questions les plus intéressantes et en même temps les plus difficiles à résoudre; des faits nombreux, mais isolés, et de nature, chacun en particulier, à exciter l'étonnement, l'incrédulité ou l'enthousiasme, ont déjà donné naissance à une foule d'explications et d'hypothèses controversées, que des observations nouvelles multipliées, et surtout comparées, pourront seules permettre de juger. Pour les géologues actuels, dont la science sérieuse commence, il s'agit moins en effet d'élever un monument définitif, que de réunir des matériaux pour en construire un par la suite; ce qui importe, c'est de préparer et de niveler le terrain en le débarrassant surtout des masures, malheureusement encore trop solides, que l'ignorance, l'erreur et les préjugés ont élevées.

» Tout l'espace circonscrit par les Pyrénées, la Montagne-Noire, le Quercy, le plateau central de l'Auvergne et du Limousin et le haut Poitou, sorte de vaste golfe largement ouvert vers l'Océan, entre Nantes et Bayonne, semble littéralement avoir été jonché de cadavres d'animaux terrestres et aquatiques de toutes classes et de toutes tailles, tels que des Mastodontes, des Rhinocéros, des Dinothériums, des Carnassiers, des Ruminants et des Rongeurs; des Oiseaux, dont plusieurs plus petits que nos Colibris; des Reptiles, des Poissons, des Mollusques; des fruits divers, etc. Tous ces animaux, dont les débris ne se rencontrent que très-rarement et par hasard à la surface du sol, et sont presque toujours enfouis dans et sous des couches solides de plusieurs mètres d'épaisseur, étaient différents des espèces actuellement vivantes; bien plus, ils étaient différents des animaux non moins nombreux et variés qui, à une époque évidemment plus récente, ont laissé leurs dépouilles dans le sol moins profond, tels que les Éléphants, les Hippopotames, des Rhinocéros d'une espèce différente, les Hyènes, les Ours, les Bœufs, etc., dont les ossements fossiles se rencontrent à la surface ou dans les cavernes de toutes les parties de la terre connues, et surtout en Europe, particulièrement dans la Russie et la Sibérie; ces derniers animaux, par la position géologique relative de leurs débris, comme par leurs formes, semblent placés entre

les générations plus anciennes et les êtres aujourd'hui contemporains de l'homme, c'est-à-dire les espèces actuelles.

» Y a-t-il de fait séparation tranchée entre les animaux de ces trois grandes périodes?

» Y a-t-il eu, au contraire, transition? Certaines espèces passent-elles d'une période dans l'autre?

» Les différences observées dans les faunes des âges divers de la terre annoncent-elles des destructions et des créations subites et alternatives? On l'a dit et on le soutient!

» Ces différences auraient-elles été graduellement produites par des changements dans les circonstances extérieures et les conditions d'existence? Seraient-elles l'effet de déplacements, de migrations et de causes particulières et locales?

» Faut-il, pour expliquer le remplacement d'une faune par une autre dans un même lieu, avoir recours à des causes extraordinaires, à des révolutions impossibles dans l'ordre actuel des choses, ou bien s'abstenir et attendre si l'on ne trouve pas, par analogie, des explications dans l'étude de ce qui se fait et peut se produire actuellement encore autour de nous?

» Notre âge est-il la suite des temps géologiques, ou bien, comme on l'a prétendu sans preuves, l'histoire humaine commence-t-elle une phase nouvelle de l'histoire de la terre qui serait sans liaison avec les précédentes?

» Telles sont, au sujet des faits paléontologiques, quelques-unes des intarissables questions qui préoccupent beaucoup d'esprits; malheureusement plusieurs de ces questions ont été déjà résolues dans des sens divers par des hommes dont l'opinion mérite de faire autorité, mais qui ne connaissaient qu'une bien petite partie des éléments des problèmes à résoudre.

» Sous un point de vue plus restreint, et en s'en tenant aux nombreux gisements d'ossements fossiles du bassin de la Garonne, peut-on, dans les caractères géologiques de ces gisements, l'état de conservation des ossements, leur association, la nature des gangues qui les enveloppent, la configuration actuelle du sol, la direction et le point de départ des eaux qui le baignent et le sillonnent, etc., rechercher quelle était la topographie du même sol à l'époque où vivaient les animaux dont il recèle les débris?

» La plus grande partie de ces animaux habitaient des terres découvertes (Mastodontes, Rhinocéros, Cerfs, Antilopes, Anoplothères, Palæothères, etc.); les autres vivaient nécessairement dans des eaux douces (Tortues, Émydes, Crocodiles, Batraciens, Lymnées, Planorbes, etc.); d'autres non moins nombreux existaient dans la mer (Lamantins, Requins, Huîtres et plus de deux cents Mollusques marins, etc.); quelquefois séparés dans les divers gise-

ments, ils se trouvent plus souvent réunis et mêlés. Tout annonce donc déjà positivement, et sans contestation possible, que les divers lieux où se trouvent aujourd'hui les ossements fossiles étaient couverts d'eau douce dans beaucoup de points (sud-est du bassin, Agen, Auch, Toulouse, etc.), et d'eau salée du côté actuel de la mer (l'Armagnac, Vic-Fezensac, Manciet, Bordeaux, Dax, etc.).

» Où se trouvait la limite des anciens rivages marins?

» Où vivaient les animaux des eaux douces lacustres et fluviatiles?

» Où étaient les vastes contrées continentales fertiles qu'habitaient tant et de si grands animaux terrestres, et d'où s'écoulaient les fleuves qui ont charrié, avec les cadavres, les limons, les sables, les cailloux roulés qui les enveloppent et les recouvrent aujourd'hui?

» Les matières minérales venaient-elles en grande partie des massifs pyrénéens dont ils sont les débris reconnaissables? quelle forme et quelle étendue avaient les Pyrénées avant d'avoir perdu ces matières?

» Le golfe de Gascogne était-il séparé ou en communication avec la plage méditerranéenne où se voient maintenant Narbonne, Béziers, Montpellier et le Delta du Rhône, dont le sol présente des faits paléontologiques et géologiques jusqu'à un certain point analogues à ceux du bassin de la Garonne?

» A cette époque si récente pour l'histoire de la terre, et si reculée pour celle des traditions humaines, la Méditerranée existait-elle? le détroit de Gibraltar était-il ouvert? Les eaux de la mer des Indes ne venaient-elles pas, ou sont elles-venues inonder plus tard, les déserts du nord de l'Afrique et le midi de la France, entourant alors une grande île dont les Pyrénées, l'Espagne, l'Atlas, et peut-être l'Atlantide des anciens auraient fait partie?

» Je me trouverais heureux, monsieur le Ministre, s'il m'était réservé de résoudre positivement l'une de ces questions, sans m'arrêter même aux dernières que nous devons léguer à la postérité, qui sera plus éclairée par les faits que nous ne pouvons l'être maintenant.

» J'ose attendre de votre savoir et de votre expérience que vous n'exigerez pas plus de mon zèle et de tous mes efforts, car sans cet espoir je perdrais courage. Pour atteindre le but vers lequel je dois tendre dans ce moment, il me faut procéder en passant du connu à l'inconnu et de l'examen des faits à leur conséquence immédiate; j'ai besoin de connaître et d'analyser successivement les faits matériels que présentent non-seulement la grande plaine de l'Aquitaine, mais encore les bords qui la limitent.

» Déjà j'ai consacré plusieurs mois de l'année dernière à étudier la Vendée, le Poitou, les îles et les côtes de l'ouest, de Nantes à Bordeaux;

» Cette année, j'ai continué mes explorations en les reprenant à Bordeaux

pour aller par Mont-de-Marsan, Dax, Bayonne jusqu'à Saint-Jean-Pied-de-Port; c'est là que j'ai reçu l'avis de la mission que vous avez bien voulu me confier; sans cette faveur, la géologie des vallées de Saint-Jean et de Baigorry aurait pu m'occuper pendant une partie de la saison, tant elle présente de faits intéressants. En quittant Saint-Jean, j'aurais désiré pouvoir suivre par les montagnes la chaîne des Pyrénées; mais les neiges encore abondantes et les inondations ne me permettant pas de suivre cette marche, j'ai renvoyé l'étude de la montagne pour la fin de ma tournée.

» Passant par Oleron, Pau et Tarbes, je suis arrivé à Auch qui est devenu le centre scientifique du bassin, depuis les belles observations de M. Édouard Lartet, et par les belles collections qu'il a réunies.

» D'Auch j'ai été conduit à faire d'abord une excursion jusque dans la vallée d'Aure, pour remonter à la source commune des nombreux cours d'eau, comme le Gers, qui sillonnent du sud au nord tout le terrain qui fait suite au vaste plateau de Lannemezan; c'est très-probablement cette direction que suivaient aussi les courants fluviatiles à l'époque de la dispersion des animaux devenus fossiles; j'ai maintenant à parcourir les environs d'Auch du nord-ouest au nord-est par Nogaro, Manciet, Condom, Lectoure, Agen, Toulouse; dans cette dernière ville je trouverai auprès de mes confrères de la Faculté des Sciences, et particulièrement de M. Leymerie, des renseignements précieux; je serai probablement conduit de Toulouse à Montpellier par le désir de rechercher s'il existait ou non, à l'époque dont l'histoire m'occupe, une communication entre les deux bassins; je reprendrai ensuite l'examen de la chaîne des Corbières et des Pyrénées, depuis Perpignan jusqu'à Bayonne, et, si je le puis, je traverserai cette chaîne sur plusieurs points pour descendre en Espagne et comparer les deux versants; à mon retour de Bayonne à Bordeaux, je tâcherai de suivre le contour de l'ancien rivage marin, en visitant encore les divers gisements de faluns coquilliers des Landes.

» *Gisement de Sansan.* — Quelque prévenu que je fusse, en arrivant à Auch, par les Mémoires publiés par M. Lartet et par les précieux envois dont il a enrichi les collections du Muséum, j'ai éprouvé, en voyant la collection immense réunie par ce savant aussi modeste que peu apprécié, un étonnement et une émotion même que je ne saurais exprimer; je comprends à peine la réunion de savoir, de zèle, de tact, de dévouement désintéressé qui a été nécessaire pour vaincre les difficultés de recherches, d'extraction, de rétablissement de tant d'espèces dans un si petit espace.

» A mes yeux, les découvertes faites à Sansan peuvent être considérées comme une merveille géologique; le hasard avait bien, depuis des siècles, fait trouver quelques os dans le bassin du Gers, mais il fallait un certain

génie et une persévérance sans exemple pour obtenir les résultats que la science doit à M. Ed. Lartet.

» Je serais arrêté, monsieur le Ministre, par la crainte d'abuser de vos moments et d'être indiscret, si vous n'aviez pas eu l'extrême bonté de m'autoriser à vous adresser le résultat de mes observations et de mes impressions; je prendrai donc la liberté d'essayer de donner en quelques mots l'idée du gisement de Sansan, petit village à trois heures au midi d'Auch, sur le Gers.

» Vous savez que, d'après le catalogue rédigé récemment à votre demande, par MM. Lartet et Laurillard, le nombre des espèces reconnues à Sansan s'élève à plus de quatre-vingts; pour arriver à cette détermination, il a fallu rassembler les ossements de plusieurs milliers d'individus qui se trouvaient pêle-mêle et souvent brisés dans une roche très-dure; rétablir, par conséquent, chaque os, puis les squelettes, et cela presque sans objets de comparaison, guidé seulement par les œuvres et les principes d'anatomie comparée de l'immortel auteur des *Ossements fossiles:* seul, isolé, peu encouragé dans sa localité et dans ses rapports scientifiques avec le centre du monde savant, M. Lartet est parvenu à appliquer aux fossiles de Sansan ce que Cuvier a fait le premier pour les fossiles du plâtre de Paris.

» C'est à force de soins minutieux et éclairés, qu'avec des Paléothériums comme ceux du gypse de Montmartre, M. Lartet est parvenu à découvrir le premier les os d'un Singe, et d'un Singe très-analogue aux Orangs: quelle surprise cette association n'aurait-elle pas causée à l'illustre Cuvier! car ce fait semble infirmer les premières présomptions de ce grand homme sur la succession des créations, présomptions énoncées avec doute et réserve comme doivent l'être toutes celles basées sur des faits négatifs, mais que de trop zélés adeptes ont prises et voulu faire considérer comme des lois et des opinions inviolables.

» Que ne doit-on pas espérer de fouilles suivies comme elles pourraient l'être très-facilement! car on n'a jusqu'à présent qu'effleuré, pour ainsi dire, le bord des couches qui recèlent les secrets de l'histoire de cette époque géologique.

» D'après l'état de conservation des squelettes, leur entassement, la réunion de Mammifères terrestres herbivores ou carnassiers et d'oiseaux, avec des Tortues, des Poissons, des Mollusques exclusivement d'eau douce, on peut présumer que les animaux réunis à Sansan ont été entraînés, à l'état de cadavres flottants, par des courants fluviatiles marchant du sud au nord, dans une anfractuosité profonde d'un sol submergé par des eaux douces fluviales ou lacustres; là des sources minérales déposaient des matières calcaires qui ont conservé et enveloppé les os; les assises ossifères qui ont parfois

6 à 8 mètres d'épaisseur, sont elles-mêmes recouvertes par plus de 8 mètres de bancs de sable et de grès.

» Mais cet ancien fond de lac n'est plus aujourd'hui qu'un lambeau de l'ancien sol découpé et raviné postérieurement, et il forme le sommet d'une montagne conique, comparable à celles de Montmartre et du mont Valérien, qui sont également les témoins de l'ancien sol parisien raviné.

» C'est à mi-côte de la montagne de Sansan, et à son pourtour, qu'il a été seulement possible d'entamer et d'exploiter les bancs à ossements; car, lorsque l'on veut poursuivre les recherches vers le centre de la montagne, on est arrêté par l'éboulement des 8 mètres de sable et grès supérieurs.

» Pour ne pas perdre le fruit d'une aussi belle découverte et ne pas faire de fausses dépenses, il faudrait exploiter maintenant, moins en grand et rapidement que d'une manière suivie et assurée pour l'avenir. Pour cela il faudrait, avant tout, être propriétaire de la colline jusqu'à son pied; on enlèverait successivement les sables supérieurs pour les jeter au pourtour, et l'on exploiterait les bancs jusqu'au centre de la montagne, et cela pendant un temps qui serait plus ou moins long, suivant la dépense annuelle que l'on consacrerait à cette œuvre qui pourrait toujours être interrompue et reprise sans inconvénients.

» Quelque inappréciables pour la science et l'honneur du pays que puissent être les résultats à obtenir de cette entreprise, celle-ci est au-dessus de la force et de la prudence d'un particulier et d'un père de famille.

» Déjà des Sociétés industrielles ont fait quelques tentatives pour s'emparer de l'exploitation dans un but commercial; les démarches ont jusqu'à ce moment échoué auprès des propriétaires, devant le crédit et la considération dont M. Lartet est en possession dans le pays; mais M. Lartet n'a affermé le terrain que pour un temps limité et aux conditions déjà très-onéreuses de remettre successivement le sol en culture après les fouilles; quelques Anglais ont excité, par leurs offres, les prétentions de plusieurs propriétaires.

» Ne serait-il pas désolant, monsieur le Ministre, non-seulement pour les géologues, mais pour les habitants, de voir les raretés de Sansan passer dans les musées britanniques qui déjà possèdent tant de belles et uniques reliques, enlevées à tous les pays et même à la France! »

La Note présentée dans la précédente séance par M. **Martens** sur le *Daguerréotype panoramique* est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Regnault, Seguier.

Sur la demande de la Commission chargée de rendre compte d'un Mé-

moire *sur les céréales* présenté par M. **Philippar**, M. *Dutrochet*, membre de cette Commission, et en ce moment absent de Paris, est remplacé par M. *Ad. Brongniart*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse deux exemplaires d'une brochure publiée, d'après ses instructions, par M. **Lebeschu**, agent supérieur de l'Administration des tabacs, envoyé en mission en Algérie pour guider les colons dans la culture de ce végétal. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

« M. Lebeschu, dit M. le Ministre de la Guerre dans la Lettre qui accompagne cet envoi, fait connaître les variétés de tabac qui conviennent le mieux à l'Algérie, les terrains les plus propres à la culture, les divers modes de plantations et de dessiccation, etc.

» Les essais auxquels M. Lebeschu s'est livré ont été couronnés d'un plein succès, et déjà plusieurs colons commencent à se livrer en grand à la culture du tabac. Je ne doute pas que ce produit ne constitue une des principales richesses de l'agriculture algérienne. »

CHIMIE. — *Sur la modification moléculaire de l'essence de térébenthine qui la rend propre à dissoudre plus facilement le caoutchouc; par* M. **Bouchardat.**

« Il y a dix ans bientôt que je fus consulté par un fabricant d'étoffes imperméables pour rechercher le dissolvant le plus convenable du caoutchouc. A cette époque, on se servait en Angleterre, pour dissoudre cette substance, soit de l'huile essentielle obtenue en distillant le goudron de la houille, soit de l'huile qu'on obtient par la propre distillation du caoutchouc à feu nu.

» Je commençai par soumettre à une étude attentive cette huile pyrogénée, j'en séparai plusieurs hydrogènes carbonés bien définis et remarquables par leur point d'ébullition peu élevé; mais je ne tardai point à me convaincre que si l'huile pyrogénée de caoutchouc est un excellent dissolvant de cette substance, son prix de revient s'opposera longtemps à son emploi en fabrique. L'huile essentielle, obtenue par la distillation du goudron, a une odeur si persistante, si tenace, il est si difficile d'en débarrasser les étoffes, que je me décidai à chercher un autre dissolvant.

» Dès l'abord, je pensai à un hydrogène carboné naturel (l'essence de térébenthine) qui déjà dissout, comme chacun le sait, le caoutchouc;

j'espérais qu'en le modifiant par la chaleur on pourrait augmenter ses propriétés dissolvantes. L'expérience confirma mes prévisions. En distillant cette essence une fois ou deux à feu nu, on obtient un dissolvant qui donne des résultats satisfaisants. Je remarquai aussi qu'en effectuant cette distillation sur de la brique, l'essence étant soumise à une température plus élevée, on obtenait un liquide qui ne le cédait que peu, comme dissolvant, à l'huile pyrogénée du caoutchouc.

» Le fabricant qui m'avait consulté s'empressa de mettre à profit les résultats que j'avais obtenus, et, m'étant réservé le droit de les publier, je les fis connaître dans mon Mémoire sur les produits de la distillation du caoutchouc, inséré dans le tome XXIII du *Journal de Pharmacie*. Depuis ce temps, l'essence de térébenthine modifiée par une ou deux distillations à feu nu, est le dissolvant du caoutchouc employé par les fabricants d'étoffes imperméables de France ou d'Angleterre. Il devait m'importer beaucoup de rechercher la modification que l'essence de térébenthine avait subie par la distillation sur la brique. S'était-il formé des produits nouveaux très-volatils qui, mélangés à l'essence, lui donnaient la faculté de dissoudre facilement le caoutchouc, ou bien est-ce une simple modification moléculaire de l'essence? On peut maintenant résoudre ces questions.

» Voici d'abord les propriétés physiques que présente l'essence de térébenthine distillée à feu nu sur de la brique. Sa couleur est légèrement jaunâtre, son odeur participe de celle du thym, de l'huile de naphte et de l'essence de térébenthine; elle est plus légère que l'essence qui l'a formée; tandis que la densité de cette dernière est de 0,8736, elle n'est plus que de 0,8420 après sa distillation. Elle commence à bouillir à 85 degrés centigrades, mais la température s'élève presque aussitôt à 154 degrés centigrades pour y rester à peu près stationnaire. J'ai recherché s'il n'était pas possible d'isoler ces premières parties plus volatiles; mais, malgré les plus grands soins et les meilleurs mélanges réfrigérants, je n'ai pu en séparer qu'une portion très-petite et insuffisante pour en faire un examen utile. La presque totalité de l'essence modifiée bout à 154 degrés centrigrades, tandis qu'avant sa distillation sur la brique, son point d'ébullition variait de 156 à 158 degrés centigrades. J'ai analysé l'huile modifiée, et sa composition était exactement la même que celle de l'essence primitive.

» Ces expériences ne m'avaient rien appris sur la modification moléculaire qu'avait éprouvée l'essence de térébenthine pour la rendre propre à dissoudre le caoutchouc, et je les avais abandonnées; mais je résolus de les reprendre lorsque j'eus à ma disposition l'appareil de polarisation de l'Hôtel-Dieu. Je

profitai de la dernière saison d'hiver pour faire ces opérations; la neige, qui persista longtemps, me permit d'avoir avec facilité de bons mélanges réfrigérants, et je pus éviter, en partie, de respirer des vapeurs d'essence qui m'incommodaient beaucoup, comme je le rapporterai plus bas.

» Dans une première opération, j'obtins une essence d'une couleur citrine légère, d'une densité de 0,8422. Vue à l'œil nu dans un tube de 199^{mm},4, la déviation fut de — 19°,0 ↖. Observée à travers le verre rouge, la déviation fut de — 14°,5 ↖. En multipliant par $\frac{23}{30}$ la rotation observée à l'œil nu, on obtient 14,57, ce qui montre que cette essence modifiée agit sur la lumière polarisée d'après les mêmes lois que le cristal de roche, le sucre, etc.

» Le pouvoir moléculaire rotatoire, que l'on déduit de ces observations, est de — 8°,68 ↖; il est de beaucoup inférieur à celui que donne l'essence de térébenthine du commerce que j'avais employée dans cette opération, et qui était de — 28°,83 ↖ (1).

» Dans une deuxième opération je distillai la même essence avec des précautions pareilles; j'obtins un produit d'une densité de 0,859 qui, vu dans un tube de 109^{mm},5, exerçait à l'œil nu une déviation de — 16° ↖. En multipliant ce nombre par $\frac{23}{30}$, on a — 12° ↖; d'où l'on déduit, pour le pouvoir moléculaire rotatoire de cette essence, — 13°,02 ↖.

» Dans une dernière distillation, le produit avait une densité de 0,846. Vu dans un tube de 109^{mm},5, la déviation à l'œil nu fut de — 23° ↖. En multipliant ce nombre par $\frac{23}{30}$, on a — 17°,63 ↖; d'où l'on déduit, pour le pouvoir moléculaire rotatoire de cette essence, le nombre — 19°,03 ↖.

» On le voit, quelques nuances insaisissables dans la manière dont l'opération a été conduite, ont donné des états moléculaires variables. Ces différences ne sont nettement appréciées que par le caractère optique. Je me suis assuré que l'on ne devait pas attribuer ces écarts à des mélanges. En effet, j'ai distillé, avec beaucoup de précautions, l'essence ainsi modifiée et vue dans un tube d'une même longueur; le premier produit m'a donné une rotation de — 23° ↖, et le second une rotation de — 22° ↖.

» *Résumé.* — Les modifications moléculaires que le feu fait éprouver à l'essence de térébenthine, et qui la rendent apte à dissoudre facilement le caoutchouc, peuvent être suivies et appréciées avec la plus grande facilité à l'aide de l'appareil de polarisation.

---

(1) J'ai examiné dernièrement l'huile la moins volatile provenant de la distillation du caoutchouc à feu nu, à laquelle j'ai donné le nom d'*hérééne;* elle est sans action sur la lumière polarisée.

» L'essence de térébenthine du commerce que j'ai examinée, qui dissolvait imparfaitement le caoutchouc, avait un pouvoir moléculaire rotatoire de — 28°,83 ↘. Après la distillation à feu nu, ce pouvoir devint — 33°,23 ↘, et la faculté dissolvante fut augmentée comme le pouvoir moléculaire rotatoire. Si cette même essence est modifiée par une température plus élevée, en la distillant sur de la brique pilée, sa propriété dissolvante s'accroît encore, mais la modification moléculaire est alors accusée par une diminution considérable dans le pouvoir rotatoire, qui n'est plus alors que de — 8°,68 ↘. En variant les conditions d'exposition à la chaleur, on obtient, avec la même essence de térébenthine, des modifications moléculaires qui peuvent varier dans toutes les opérations, et qui conduisent à admettre un nombre infini d'états isomériques d'une substance de composition définie. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur les effets physiologiques de la vapeur d'essence de térébenthine; par* M. **Bouchardat.**

« En distillant à plusieurs reprises l'essence de térébenthine sur de la brique, j'ai respiré, à différentes époques, assez de vapeurs de cette essence pour en éprouver des effets physiologiques que j'ai soigneusement observés et que je crois utile de faire connaître.

» Chaque fois, je restais habituellement cinq ou six heures dans le laboratoire dont l'atmosphère était chargée de vapeurs d'essence; pendant tout ce temps, je ne ressentais qu'un peu de céphalalgie qui était assez faible pour échapper à un observateur inattentif. Le pouls était régulier, l'appétit ordinaire. Des effets bien nets ne commençaient à se manifester que pendant la nuit, à l'heure habituelle du repos. Voici en quoi ils consistaient : insomnie, agitation continuelle, chaleur à la peau, pouls s'élevant de 65 à 86 pulsations; quelques difficultés dans l'émission de l'urine qui possédait, à un haut degré, cette odeur caractéristique spéciale qui est bien connue, mais qui n'avait pas subi d'autre altération dans sa composition.

» Le lendemain, une courbature excessive, accompagnée de pesanteur et de douleurs dans la région des reins, succédait à cette agitation. Cet état de lassitude, de défaillance, d'incapacité de travail, persistait pendant deux ou trois jours; à trois fois, j'ai repris mes recherches sur l'essence pyrogénée, et toujours les mêmes causes ont produit les mêmes effets.

» En considérant que les vernisseurs et les peintres, qui sont continuellement exposés aux vapeurs d'essence, n'éprouvent pas les incommodités que j'ai ressenties, on pourrait penser qu'il s'agissait d'une idiosyncrasie spéciale, mais voici ce qui réfute cette conclusion :

» Les personnes qui habitent un appartement fraîchement peint avec une préparation où intervient l'essence, ressentent quelques-uns des effets que j'ai décrits. Si les ouvriers peintres en sont exempts, c'est l'habitude qui a émoussé leur susceptibilité.

» Les expériences sur les plantes, sur les poissons, et sur les animaux qui vivent dans l'eau, que j'ai communiquées il y a deux ans à l'Académie, prouvent que les essences doivent être placées au premier rang des poisons pour ces êtres. Or, les animaux qui vivent dans l'eau, lorsqu'ils sont placés dans un liquide saturé d'essence, sont dans les mêmes conditions qu'un animal à respiration pulmonaire qui vit au milieu d'une atmosphère chargée d'essence. Les conditions d'absorption présentant de l'analogie, les effets observés ont aussi plus de ressemblance. »

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie présente, par l'organe de M. Magendie, son doyen, la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein par suite du décès de M. *G. Breschet* :

1°. M. Lallemand;
2°. M. Gerdy;
3°. M. Jobert, de Lamballe;
4°. MM. Bérard et Blandin (*ex æquo*);
5°. MM. Amussat et Bourgery (*ex æquo*).

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance. MM. les membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 6 heures et demie. F.

ERRATA.

(Séance du 30 juin 1845.)

Page 1805, ligne 3, *au lieu de* M. Chodruc de Crazannes, *lisez* M. Chaudruc de Crozannes.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 25; in-4°.

Rapport sur l'exploitation de la marnière de la Guérinière, en Sologne, département du Loiret; par M. le vicomte HÉRICART DE THURY; brochure in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. — Dessèchement et mise en culture des anciens marais d'Ermont, Saint-Gratien, Épinay-sur-Seine, par M. FOSSIEZ; *Rapport par* M. le vicomte HÉRICART DE THURY; ½ feuille in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. — Concours des Irrigations; Rapport par le même; ¼ de feuille in-8°.

Rapport sur le concours de la culture maraîchère en France (1845); *par* le même; ½ feuille in-8°.

Ministère de la Guerre. — Direction de la Guerre. — Mission de M. MAXIMILIEN LEBESCHU, agent supérieur de l'Administration des Tabacs. — *Culture du Tabac en Algérie;* 1844; brochure in-8°.

Annales de la Société séricicole fondée en 1837 pour la propagation et l'amélioration de l'industrie de la Soie en France; VIIIe vol.; année 1844; in-8°.

Histoire des Insectes, traitant de leurs mœurs et de leurs métamorphoses en général, et comprenant une nouvelle classification fondée sur leurs rapports naturels; par M. E. BLANCHARD : *Hyménoptères et Coléoptères;* 1 vol. in-12.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XVIII; mars et avril 1845; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; par M. CH. D'ORBIGNY; tome VI, 64e livraison; in-8°.

Mesures proposées par la Société royale de l'Ain contre les épizooties contagieuses. Bourg-en-Bresse; 1845; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale, et de Toxicologie; par M. ROGNETTA; juillet 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; juin 1845; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; juin 1845; in-8°.

Académie royale de Bruxelles. — Résumé des observations magnétiques et météorologiques faites à des époques déterminées; 1 vol. in-4°. (Extrait du tome XVIII des *Mémoires de l'Académie de Bruxelles.*)

The Western... *Journal de Médecine et de Chirurgie des États de l'Ouest.* Nouvelle-Orléans ; 1844 ; 2e semestre ; in-8°.

The Medical Times ; n° 301 ; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER ; nos 540 et 541 ; in-4°.

Tijdschrift... *Journal d'Histoire naturelle et de Physiologie ; par* MM. VANDER HOEVEN *et* H. DE VRIESE ; 12e partie ; 1er fascicule. Leyde, 1845 ; in-8°.

Annali... *Annales des Sciences naturelles du royaume Lombardo-Vénitien ;* 1845. — *Réfutation des prétendues expériences nouvelles, faites pour soutenir l'hypothèse de* WELS *sur la cause de la Rosée ; par* M. AMBROISE FUSINIERI. Vicence, 1845 ; in-4°.

Sulla curvatura... *Note sur la courbure des lignes et des surfaces, et des lignes géodésiques ; par* M. D. CHELINI. (Extrait du *Recueil scientifique.*) Brochure in-8°.

Gazette médicale de Paris ; tome XIII, 1845 ; n° 26 ; in-4°.

Gazette des Hôpitaux ; nos 74-76.

L'Écho du Monde savant ; nos 45 et 46 ; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1845.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XX.

A

B

C

F

G

H

I

J

L

N

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

Q

R

T

V

Errata. (Tome XIX.)

Page 1446, ligne 14,

au lieu de $C^6H^6O^2 + O^2 = C^6H^6O^4$, acide acrolique,
lisez $C^6H^4O^2 + O^2 = C^6H^4O^4$, acide acrolique.

(Tome XX.)

Voyez aux pages 116, 194, 257, 372, 459, 902, 971, 1043, 1316, 1459, 1506, 1605, 1672, 1721 et 1840.

